



**Universidad  
Andrés Bello®**

UNIVERSIDAD NACIONAL ANDRÉS BELLO

Facultad de Ingeniería

Carrera de Ingeniería Civil

**ANÁLISIS DE LA PARTICIPACIÓN Y EL TRABAJO REALIZADO POR  
EMPRESAS CONSTRUCTORAS CHILENAS EN PROYECTOS  
CERTIFICADOS LEED®.**

Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Civil.

Autor: Adrián Raúl Jofré Araya.

Profesor guía: Diego Pedraza Plaza.

Santiago de Chile, 2016.

A mi familia y amigos.

## **Agradecimientos**

Agradezco enormemente por el tiempo, la disposición y ayuda de las siguientes personas:

- Diego Pedraza (B-Green)
- Paula Hidalgo (Edificio Verde)
- Marcela Larraín (ChileGBC)
- María Fernanda Aguirre (ChileGBC)
- María José Ibaceta (ChileGBC)
- Carlos Ríos (B-Green)
- Víctor Cuevas (UNAB)
- Juan Pablo Cancino (LD Constructora)
- Bruno Espinosa (Absalon Constructora)
- José Luis Navarrete (Euroconstructora)
- Gabriela Fuentes (Echeverría Izquierdo Constructora)

También a todas las personas detrás de los documentos realizados para aportar al área de la construcción por parte de ChileGBC y la Cámara Chilena de la Construcción.

## Resumen

Este estudio trata sobre el trabajo que realizan las empresas constructoras en construcciones sustentables dirigido específicamente al proceso de certificación LEED®, la más reconocida y operada actualmente en nuestro país. Se limita a analizar la tercera versión (v2009) de dicha certificación y para tipos New Construction y Core & Shell, de acuerdo a la importancia de estas características en el mercado sustentable actual y nacional.

Para mejorar la forma de trabajo actual es que el autor se propone reconocer los puntos de la certificación relacionadas a la etapa de construcción, comprender la interacción entre la empresa constructora y la empresa consultora LEED® y conocer la experiencia práctica que se ha tenido en proyectos ya certificados. Con la idea de obtener efectos positivos en base a un procedimiento de trabajo más claro y obtener mayor puntaje de certificación solamente por considerar mejores prácticas por parte de la empresa constructora.

La investigación se realiza siguiendo un método llamado CIFE “Horseshoe” con el objetivo de que el lector entienda de mejor manera todas las fases de la investigación estudiadas y desarrolladas por el autor.

Se profundiza en los criterios sustentables de los cuales la empresa constructora toma mayor responsabilidad y se hace una encuesta para ahondar en ellos, en el trabajo entre representantes de empresas constructora y consultora, y el aprendizaje de la empresa constructora frente a los proyectos de estas características. Se logra entrevistar a cuatro profesionales, de empresas constructoras, que estuvieron presentes en cuatro diferentes obras que hoy están certificadas.

Se logra aportar la visión y el desarrollo de la encuesta mencionada, los resultados de los cuatro casos prácticos, el análisis de estos y un capítulo de recomendaciones, que el autor elabora frente a lo estudiado para mejorar el

trabajo al que se presentan las empresas constructoras en un proyecto a certificar.

En un marco amplio, este estudio concluye que es indispensable la participación de una empresa consultora en el proceso de certificación, que el mercado nacional de productos, materiales y artefactos es amplio para satisfacer los requerimientos de la certificación, que las empresas constructoras chilenas buscan diferenciarse mediante certificaciones y sellos de calidad en su servicio, por lo que deben seguir esta búsqueda pero enfocada a la etapa constructiva como el programa de la CChC “Buenas Prácticas Ambientales” que considera medidas de mitigación durante las obras para acercar a las empresas a relacionarse con elementos como la certificación LEED® y tener una filosofía empresarial más sustentable. Además de la importancia de involucrarse en el proyecto en una etapa más temprana e intentar un trabajo colaborativo entre mandante, arquitectos, empresa consultora, ITO y profesionales de especialidades para tener mayor conocimiento de cómo abordar los requisitos de una certificación LEED®.

## **Abstract**

This study deals about the work done by construction companies in sustainable construction aimed specifically at LEED® certification process, the most recognized and currently operated in our country. It is restricted to analyzing the third version (v2009) of this certification and types New Construction and Core & Shell, according to the importance of these features in today and national sustainable market.

To improve how current work is that the author intends to recognize certification points related to the construction phase, understanding the interaction between the construction company and the LEED® consulting firm and know the practical experience on certified projects. With the idea of positive effects on the basis of a clearer procedure work and get higher score certification only to consider best practices by the construction company.

The research is conducted using a method called CIFE "Horseshoe" in order that the reader understand better all phases of research studied and developed by the author.

It delves into the sustainability criteria of which the construction company takes greater responsibility and a survey is done to delve into them, at work among representatives of construction and consulting companies, and learning of the construction company about the projects of these characteristics. This is accomplished by interviewing to four professionals from construction companies which were present in four different projects that are now certified.

It manages to bring the vision and development of the survey mentioned, the results of four study cases, analysis of these and a chapter of recommendations, which the author makes about what has been studied to improve the work at that construction companies are presented in a project to be certified.

In a broader context, this study concludes that it is essential the participation of a consulting firm in the certification process, which in the market of products, materials and artifacts is broad to meet the requirements of the certification, the

Chilean construction companies seek to differentiate through certifications and seals of quality service, so it should follow this search but focused on the construction stage as the CChC program "Buenas Prácticas Ambientales" (Good Environmental Practices) considering mitigation measures during construction to bring businesses to relate to elements such as LEED® certification and have a more sustainable business philosophy. Besides the importance of getting involved in the project at an earlier stage and try a collaborative work between client, architects, consulting firm, ITO and specialty professionals to have greater knowledge of how to address the requirements of LEED® certification.

# Índice

Agradecimientos .....	3
Resumen.....	4
Abstract.....	6
Guía de lectura .....	10
Introducción .....	11
Objetivos.....	14
Hipótesis (a modo de preguntas de investigación) .....	14
Método de trabajo.....	15
Marco teórico .....	18
Certificación LEED®.....	18
Realidad actual nacional.....	21
Problema observado.....	22
Intuición .....	23
Puntos de partida (limitaciones teóricas) .....	24
Marco práctico .....	26
Tareas y metodología de desarrollo de investigación.....	26
Créditos LEED® en etapa de construcción .....	27
Procedimientos de trabajo.....	30
Compra de materiales .....	31
Casos de estudio .....	33
Resultados.....	37
Generales.....	37
Casos prácticos.....	40
Análisis de resultados.....	46
Recomendaciones.....	56
Recomendaciones generales.....	56
Recomendaciones particulares .....	57
Conclusiones .....	63
Contribución al conocimiento.....	63



Valor práctico.....	64
Mirada al futuro.....	66
Sugerencias a investigaciones futuras .....	67
Bibliografía.....	68
Anexos .....	69
Anexo 1 .....	69
Anexo 2 .....	69
Anexo 3 .....	70
Anexo 4 .....	72
Anexo 5 .....	72
Anexo 6 .....	73

## Guía de lectura

Este trabajo tiene seis capítulos, donde se encontrarán subdivisiones dentro de ellos con el fin de mantener un orden para una adecuada lectura.

- I. Introducción: Se explica brevemente la motivación y justificación por parte del autor para comenzar una investigación sumergida en este tema en particular, introduciendo los conceptos teóricos que se leerán a lo largo del documento. Además de presentar los objetivos del estudio, presentar las hipótesis propuestas y finalmente explicar el método de investigación con que se desarrolló.
- II. Marco teórico: Se entrega la información necesaria para comprender el tema central del estudio, que corresponde a la certificación de edificios Leadership in Energy & Environmental Design (LEED®) o Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental. Además de su relación con nuestro país y la situación actual, para lograr identificar el problema a tratar, entender la manera en que el autor propone solucionarlo y a su vez ver los límites teóricos que existen en la literatura sobre el tema.
- III. Marco práctico: Se desarrollan las tareas que fueron necesarias para lograr la investigación. Se conocen los casos prácticos de estudio que el autor analizó para obtener los resultados que son mostrados en esta parte además de su análisis y discusión.
- IV. Conclusiones: Se observa el aporte al conocimiento entregado por esta investigación y su valor práctico. Además se verifican las hipótesis presentadas en un comienzo del estudio. Se adicionan sugerencias a investigaciones futuras además de un análisis personal del autor en lo que refiere al futuro desarrollo de la sustentabilidad en la construcción.
- V. Bibliografía: Se entrega la bibliografía de soporte a lo escrito a lo largo del documento.
- VI. Anexos: Aquí se proporciona la información de respaldo.

## Introducción

El avance en la construcción sustentable ha sido muy importante desde comienzos del siglo XXI a nivel mundial. Basada en mejorar tres áreas fundamentales (Triple bottom line<sup>1</sup>): medioambiental, económico y social. Para cada uno de ellos se tiene varias razones por las cuales optar por este enfoque sustentable.

Por un lado, se busca disminuir el impacto sobre el medioambiente, que en lo referente al rubro de la construcción es alto, referido a la demanda energética, el consumo de materias primas y agua, emisiones de CO2 y los residuos generados.

Económicamente se busca disminuir los gastos operacionales y de mantención del edificio. Actualmente también existe una motivación por darle un valor agregado al producto o servicio entregado por las empresas relacionadas a este tipo de proyectos.

Finalmente en el ámbito social es de interés crear nuevos espacios y una mejor calidad de vida a los usuarios del inmueble y los habitantes del barrio. Desde el punto de vista laboral se observa que el hecho de mejorar el ambiente de trabajo muchas veces conlleva un aumento de la productividad por parte de los empleados, aportando otro valor económico para la empresa.

Para cuantificar el nivel de sustentabilidad de una edificación es que han nacido varias certificaciones.

Las certificaciones son herramientas voluntarias u obligatorias, según el país, que establecen parámetros específicos y cuantificables, las cuales son elaboradas por diferentes

---

<sup>1</sup> Triple resultado: término relativo a los negocios sustentables que hace referencia al desempeño de una empresa expresado en tres dimensiones: social, económica y ambiental. (Elkington, 1997)

organizaciones. La gran mayoría aborda temas similares relacionados a la eficiencia energética y el uso del agua; la calidad ambiental (respecto al confort interior en términos acústicos, de iluminación y calidad del aire); la elección de los materiales y los terrenos para construir edificios comerciales y residenciales. (Casas, 2013, pág. 83).

Generalmente las certificaciones se dividen en categorías dependiendo del tipo de proyecto y de acuerdo a la cantidad de criterios sustentables alcanzados es que se otorga un nivel de certificación. En Chile indiscutiblemente la certificación más destacada es LEED®, creada en Estados Unidos por la organización United States Green Building Council (USGBC), por lo que será esta la certificación estudiada y analizada. Es el sistema que tiene más proyectos y  $m^2$  certificados en nuestro país, que además tiene un rol muy importante a nivel mundial. Por sobre la Certificación Edificio Sustentable (CES) de origen nacional y la DGNB<sup>2</sup> System de origen alemán, que se aplican en nuestro país.

De acuerdo al gran crecimiento del mercado de construcción sustentable en los últimos años en Chile, es que nace la idea de investigar la participación de las constructoras en el proceso de certificación. Se espera contribuir a las falencias que existen en la etapa de construcción.

Es necesario explicar que junto a los actores principales de construcción de un proyecto como son el mandante, arquitecto y constructora; para los proyectos bajo sistema LEED® aparece otro agente de gran importancia y es la empresa consultora. Su rol fundamental a lo largo del proceso de certificación comienza

---

<sup>2</sup> Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen o Consejo alemán de construcción sustentable.

<sup>3</sup> Center for Integrated Facility Engineering.

<sup>4</sup> Primera versión: v1.0 (año 2000). Segunda: v2.2 (2005). Tercera: v3 (2009) o más conocida como v2009. Cuarta: v4 (2013). Para mayor información ver *Anexo 1*.

<sup>5</sup> Criterios obligatorios que se deben lograr para obtener la certificación. Para mayor información ver *Anexo 2*.

en la etapa de pre diseño, proponiendo ideas y estrategias sustentables junto a arquitectos y mandante, para lograr los objetivos esperados por este último; termina siendo un ente guía, de inspección y apoyo a la empresa constructora en la etapa de construcción.

Cabe mencionar que LEED® propone para sus futuras versiones una filosofía de trabajo llamado *Proceso de Diseño Integrado*, cuyo propósito es analizar el proyecto desde una etapa temprana mediante un equipo multidisciplinario. La empresa consultora hasta el momento es quien mantiene el vínculo y más se acerca al trabajo colaborativo por parte de los actores presentes.

En Chile existen nueve empresas de este tipo que han logrado obtener proyectos certificados y este estudio se realiza focalizándose en el trabajo de la empresa constructora pero con gran relación a la consultora.

## **Objetivos**

El objetivo general de este trabajo investigativo es mejorar la planificación y la forma de trabajo con que se presentan las empresas constructoras en proyectos que buscan obtener la certificación sustentable LEED® en Chile. Para lograr esto, se busca proveer consideraciones de trabajo que involucren buenas prácticas de acuerdo a las exigencias del sistema de certificación.

Para generar el documento de apoyo hacia las constructoras es que nacen los siguientes objetivos específicos:

- I. Reconocer y declarar los puntos de la certificación que se relacionan de manera directa con la etapa constructiva y que son de responsabilidad de la empresa constructora.
- II. Analizar la modalidad de trabajo entre la empresa constructora y la consultora en proyectos nacionales.
- III. Conocer la experiencia práctica por parte de las constructoras en proyectos certificados en Chile.

## **Hipótesis (a modo de preguntas de investigación)**

- I. Se tendrán efectos positivos para el desarrollo de una obra de construcción de características LEED® si se tiene un procedimiento más claro de la forma de trabajo entre empresa consultora y constructora de un proyecto.
- II. Se podrá obtener una mayor cantidad de puntos de certificación teniendo en cuenta buenas prácticas durante la fase de construcción de los proyectos LEED®. Conllevando mayores niveles de certificación, es decir, posicionando a nuestro país en mejores condiciones para el desarrollo de la construcción sustentable.

## **Método de trabajo**

Esta investigación se realizó en base al método de investigación “CIFE Horseshoe Method” (Fischer, 2006, págs. 186-205). Creado por un centro de ingeniería de la Universidad de Stanford llamado CIFE<sup>3</sup>.

Se pueden observar siete etapas importantes, más una complementaria, dentro del proceso de investigación que logran ejemplificar de manera simple el recorrido del trabajo.

---

<sup>3</sup> Center for Integrated Facility Engineering.

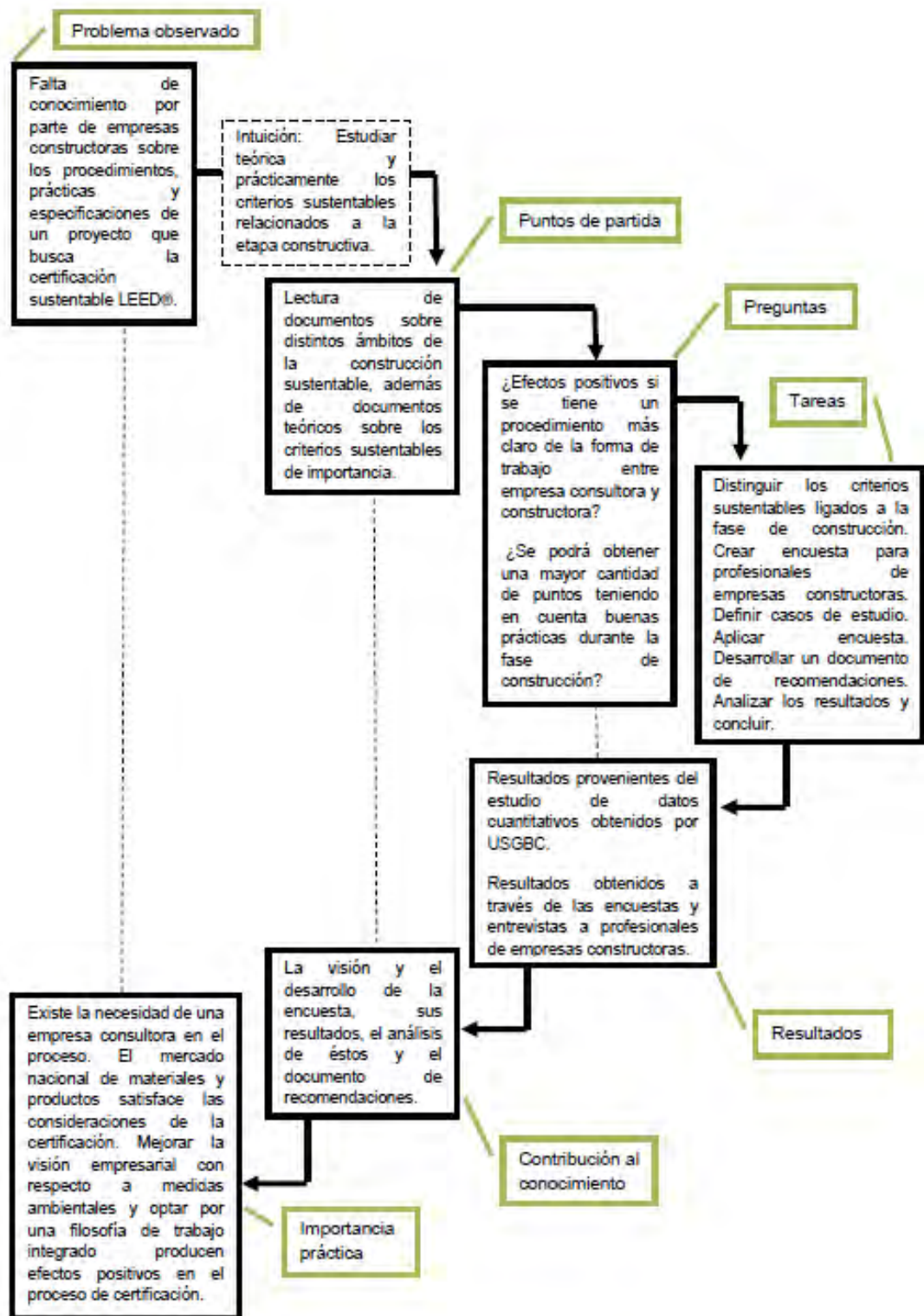


Diagrama de flujo 1: Proceso de investigación del método CIFE "Horseshoe".



Este método es una herramienta para llevar a cabo una investigación científica de modo que el trabajo se realice de modo comparativo e iterativo, es decir, una vez encontrado *el problema*, estudiados los *puntos de partida* y haber determinado las *preguntas de la investigación* (en este trabajo se optó por declarar hipótesis) se desarrollan las *tareas de investigación y la metodología de trabajo*, esto nos conduce a los *resultados de la investigación* que podemos comparar con las *preguntas de investigación*, para luego verificar el sentido de estos puntos y elegir si se debe modificar algo o continuar con la *contribución al conocimiento* y poder hacer su respectivo análisis en conjunto con los *puntos de partida*. Nuevamente elegir si se debe modificar algo o continuar finalmente al *valor práctico* donde debe responder al *problema* inicial.

“Hemos encontrado que los estudiantes que trabajan con este método progresan más rápido en los resultados de su investigación defendible y pueden entenderse entre sus trabajos más fácil, rápida e íntegramente.” (Fischer, 2006). Esto gracias a que se puede entrar al diagrama en cualquiera de los puntos definidos anteriormente.

## Marco teórico

### Certificación LEED®

“En abril de 1993, tres hombres visionarios: Rick Fedrizzi, David Gottfried y Mike Italiano, establecieron el USGBC, cuya misión sería el promover la sustentabilidad en los edificios y la industria de la construcción.” (ChileGBC, La historia de la certificación LEED® USGBC, 2013).

Este fue el primer gran paso para desarrollar a través de los años; en trabajo conjunto con ingenieros y técnicos en construcción, arquitectos, productores y distribuidores de materiales, ambientalistas, especialistas, corporaciones y fundaciones, profesores y estudiantes; un sistema de certificación para construcciones sustentables.

El año 2000 se lanza la primera versión (piloto), compuesta por un conjunto de sistemas de clasificación para la certificación de variados tipos de proyectos en sus etapas de diseño, construcción, operación y mantenimiento.

El sistema de certificación ha evolucionado en sus 15 años, desarrollándose hasta el momento cuatro importantes versiones<sup>4</sup> de dicho sistema. Las modificaciones entre cada una de ellas están vinculadas a un aumento de criterios sustentables (representados por prerrequisitos<sup>5</sup> y créditos<sup>6</sup>) junto a una mayor exigencia, requerimientos técnicos e información de respaldo. Además de la incorporación de nuevas categorías<sup>7</sup> con el objetivo de incentivar la persecución y cumplimiento de algunos créditos que apuntan a prioridades geográficas y ambientales específicas, como también incorporar en forma

---

<sup>4</sup> Primera versión: v1.0 (año 2000). Segunda: v2.2 (2005). Tercera: v3 (2009) o más conocida como v2009. Cuarta: v4 (2013). Para mayor información ver *Anexo 1*.

<sup>5</sup> Criterios obligatorios que se deben lograr para obtener la certificación. Para mayor información ver *Anexo 2*.

<sup>6</sup> Criterios voluntarios que se pueden lograr para obtener la certificación. Para mayor información ver *Anexo 3*.

<sup>7</sup> Áreas de análisis que se distribuyen en créditos. Para mayor información ver *Anexo 5*.

efectiva la mayor cantidad de variables y estrategias de sustentabilidad sin impactar negativamente los costos de un proyecto.

Actualmente en Chile la mayor cantidad de proyectos certificados corresponden a la tercera versión (v2009). La cuarta versión (v4) se puso en marcha a fines del año 2013 pero recién desde octubre del 2016 entrará en vigencia absoluta, es decir, solo se podrán registrar proyectos en dicha versión. En nuestro país solamente existen tres proyectos inscritos en esta última, por lo que este estudio se ha realizado de acuerdo a la tercera versión, con el fin también de obtener información más representativa y adecuada para el análisis.

En la versión v2009 existen nueve tipos<sup>8</sup> de certificación que distingue distintas construcciones. En Chile hay dos que abarcan el 80% de los proyectos certificados, New Construction (NC) o Nueva Construcción y Core & Shell (CS) o Núcleo y Envolverte.

Los otros siete corresponden a:

- Homes (H) u Hogares.
- Neighborhood Development (ND) o Desarrollo de vecindarios.
- Commercial Interiors (CI) o Interiores comerciales.
- Schools (S) o Colegios.
- Healthcare (HC) o Establecimientos de salud.
- Retail (R).
- Existing Buildings (EB) o Edificios existentes.

Además hay siete categorías:

- Sustainable Sites (SS) o Sitios sustentables.
- Water Efficiency (WE) o Eficiencia de agua.
- Energy and Atmosphere (EA) o Energía y atmósfera.
- Materials and Resources (MR) o Materiales y recursos.

---

<sup>8</sup> Clasificación para diferentes construcciones.

- Indoor Environmental Quality (IEQ) o Calidad del ambiente interior.
- Innovation in Design (ID) o Innovación en diseño.
- Regional Priority (RP) o Prioridad regional.

De acuerdo a la importancia por la alta participación en el mercado de proyectos NC y CS es que en este documento se trabajará en base a los criterios pertenecientes a dichos tipos de certificación.

Dependiendo de los criterios sustentables buscados y obtenidos en cada proyecto es que se evalúa con puntos<sup>9</sup>, de 0 a 110, y dependiendo en que rango se encuentre es que consigue un nivel<sup>10</sup> de certificación específica.

Niveles de certificación:

- Certified o Certificado: Entre 40 y 49 puntos.
- Silver o Plata: Entre 50 y 59 puntos.
- Gold u Oro: Entre 60 y 79 puntos.
- Platinum o Platino: Entre 80 y 110 puntos.



40-49 puntos.



50-59 puntos.



60-79 puntos.



80-110 puntos.

El objetivo principal de la certificación es *Figura 1: Niveles de certificación LEED®.* ayudar a que propietarios, arquitectos, especialistas, constructores y operadores, sean ambientalmente responsables y eficientes en el uso de recursos.

<sup>9</sup> Cada crédito tiene entre 1 y 19 puntos que sumados entregan el puntaje total de la obra. Para mayor información ver *Anexo 3*.

<sup>10</sup> Hay cuatro niveles de certificación que dependen de la cantidad de puntos totales obtenidos. Ver *Figura 1*.

Tabla 1: Explica los impactos que considera la certificación LEED® en sus tres dimensiones primordiales.

<b>Triple bottom line o Triple resultado</b>	Impactos ambientales cuantificables	Consumo de recursos no renovables, uso de energía, calidad y disponibilidad del agua, y la contaminación emitida.
	Impactos sociales	Salud de la comunidad, productividad de los empleados y bienestar de alumnos y pacientes.
	Beneficios económicos	Baja de costos de operación y mayor valorización de los activos.

Finalmente, la certificación es un proceso que provee la revisión de un tercero, en este caso GBCi<sup>11</sup> que evalúa si el edificio cumple con los estándares básicos de sustentabilidad que tienen como objetivo los mostrados en la *Tabla 1*. Esto ocurre en dos instancias distintas del proceso de certificación, en diseño y construcción.

## Realidad actual nacional

En Chile se aplican tres tipos de certificaciones. CES o certificación chilena de edificio sustentable, DGNB System o certificación alemana en proceso de adaptación al mercado chileno y LEED®, que es la certificación norteamericana, ampliamente utilizada a nivel local. (Mayorga, 2015).

Al igual que en el caso de la certificación alemana existen otras de gran importancia en sus países de origen pero que no han logrado impactar en mercados como el nuestro debido a dos razones principales: no han sido capaces de internacionalizar los criterios sustentables a términos locales ni tampoco presentan las herramientas de uso simple que entrega LEED® para el proceso de certificación mediante plataformas virtuales.

---

<sup>11</sup> Green Business Certification Inc: Organización que administra el programa de certificación LEED®, la realización de los exámenes técnicos de terceros y verificación de los proyectos que tienen registrados para determinar si han cumplido con las normas establecidas por el sistema de calificación.

En nuestro país se registraron los primeros proyectos bajo la certificación LEED® el año 2006, se han comenzado a certificar desde el año 2009 y cada año estas cifras van en aumento. Durante años, Chile se ha situado dentro de los países con más proyectos registrados y certificados a nivel mundial y por supuesto de la región, detrás de Brasil y México. Para comprender la magnitud de proyectos y su evolución a través de los años en Chile ver *Anexo 4*.

“Con el objetivo de tener una herramienta idónea, accesible y transparente para evaluar, calificar y certificar el comportamiento ambiental de un edificio de uso público.” (ChileGBC, Certificación Edificio Sustentable, sus avances y desafíos, 2014). Y así contribuir a la construcción sustentable nacional, es que se ha creado la Certificación Edificio Sustentable (CES) gracias al Instituto de la Construcción (IC) cofinanciado por Innova Chile y con el apoyo técnico del Idiem<sup>12</sup> de la Universidad de Chile más el respaldo de varias organizaciones públicas y privadas. La certificación tiene una metodología muy similar a LEED® y está puesta en marcha desde septiembre del 2014, por lo que no son más de 10 los proyectos certificados hasta el momento.

## **Problema observado**

Considerando entonces que la certificación LEED® es la que está a la vanguardia actualmente en nuestro país es que surge la idea de estudiar el trabajo por parte de las constructoras chilenas en el proceso de certificación bajo el mencionado sistema norteamericano.

A pesar de los indicios de que la práctica de la construcción sustentable está ganando popularidad, son relativamente pocos los estudios que han examinado el papel del contratista en la industria de edificios sustentables, e incluso menos documentos describen la percepción que tiene el contratista (empresa

---

<sup>12</sup> Investigación, desarrollo e innovación de estructuras y materiales.

constructora) de su propio papel en esta industria emergente. (Holloway & Parrish, 2013).

Las empresas constructoras que se adjudican proyectos que buscan la certificación LEED® no tienen mayor conocimiento sobre las prácticas, especificaciones y requisitos que se deben emplear para satisfacer de manera óptima las necesidades del proyecto.

Esta ignorancia se vuelve una preocupación al momento de ejecutar el proyecto que puede llegar a ser una barrera para que obtenga los créditos esperados y en consecuencia la certificación adecuada. También se ve reflejado en ofertas económicas excesivamente infladas, es decir, por sobre lo que realmente debiese ser.

### **Intuición**

El estudio se enfoca en los créditos de la certificación que son responsabilidad de la constructora, se hace un estudio de ellos considerando: disponibilidad de materiales, de mano de obra; barreras nacionales, manejo de tiempos, etc. Junto a esto se hace un estudio de la experiencia práctica que ha tenido personal profesional de empresas constructoras en proyectos que han logrado la certificación LEED® v2009. Para así desarrollar un documento de recomendaciones a raíz del entendimiento del mercado que involucre estos criterios sustentables con el objetivo de desarrollar de buena manera el proceso constructivo en un proyecto de características LEED®.

## Puntos de partida (limitaciones teóricas)

Tabla 2: Muestra los puntos de partida teóricos para la investigación y se explica brevemente el aporte de cada uno a continuación.

Autores	Título	Tema
<b>(Holloway &amp; Parrish, 2013)</b>	The contractors self-perceived role in sustainable construction.	Rol de las empresas constructoras en la industria sustentable.
<b>(Mathur, V.N., Price, A.D.F., &amp; Austin, 2008)</b>	Conceptualizing stakeholder engagement in the context of sustainability and its assessment.	Importancia de distintos agentes en la industria sustentable.
<b>(Korkmaz, Riley, &amp; Horman, 2010)</b>	Piloting evaluation metrics for sustainable high-performance building project delivery.	Método de análisis para proyectos de construcción sustentable.
<b>(Tan, Shen, &amp; Yao, 2011)</b>	Sustainable construction practice and contractors competitiveness: A preliminary study.	Prácticas en la construcción y competitividad de empresas constructoras en la industria sustentable.
<b>(ChileGBC, 2012)</b>	Documento de Análisis LEED®, Sitios Sustentables.	Criterios sustentables.
<b>(ChileGBC, 2011)</b>	Documento de Análisis LEED®, Ahorro en el Uso del Agua.	Criterios sustentables.
<b>(ChileGBC, 2011)</b>	Documento de Análisis LEED®, Materiales y Recursos.	Criterios sustentables.
<b>(ChileGBC, 2012)</b>	Documento de Análisis LEED®, Calidad del Ambiente Interior.	Criterios sustentables.
<b>(ChileGBC, 2012)</b>	Documento de Análisis LEED®, Energía y Atmósfera.	Criterios sustentables.

(Mathur, V.N., Price, A.D.F., & Austin, 2008) Describen la importancia de involucrar a distintos actores en el seguimiento y evaluación de la sustentabilidad. Hacen notar los beneficios de la participación de los interesados para promover el aprendizaje social, aumentando el conjunto de habilidades sustentables en la industria de la construcción. Este estudio trata la



participación de un actor en particular, la empresa constructora o contratista, en la fase de construcción de proyectos certificados LEED®.

(Korkmaz, Riley, & Horman, 2010) Llevaron a cabo una encuesta para determinar un conjunto de medidas que se pueden utilizar para evaluar los proyectos de construcción sustentable, que van desde la estructura de los contratos a la actitud del propietario acerca de los proyectos de construcción sustentable. Además explican que un contratista se involucre en el proyecto es fundamental para el logro de las metas de construcción sustentable. Por esto que este estudio se basa en una encuesta sobre el manejo que realiza dicho contratista para satisfacer las necesidades especiales que conlleva un proyecto LEED®, su relación con la empresa consultora y la proyección de la empresa frente a este tipo de proyectos.

(Tan, Shen, & Yao, 2011) Amplían el trabajo de evaluar la ejecución de proyectos sustentables para discutir el papel de las prácticas de construcción sustentable en el aumento de la competitividad de un contratista en el mercado. Es de gran importancia conocer la experiencia de las empresas constructoras, los desafíos en procedimientos de trabajo o bien en compras de productos exigidos por el sistema de certificación y hacer una comparación entre ellas con el fin de comprender el nivel de competitividad que existe en nuestro país.

El autor se ha propuesto un alcance del tema que aborde la problemática de manera nacional y actual. Para esto se hace un estudio del sistema de certificación LEED® de acuerdo a estos dos parámetros en cinco documentos, entregados por ChileGBC<sup>13</sup> de manera gratuita en su página web, que entregan un profundo análisis sobre los criterios sustentables exigidos por la certificación, identificando su potencial implementación en el mercado nacional, además de entregar estrategias de tecnologías existentes e indagando en la normativa

---

<sup>13</sup> Chile Green Building Council es una organización sin fines de lucro, miembro establecido del World Green Building Council, que tiene como objetivo promover y estimular la construcción y el desarrollo sustentable nuestro país.

chilena actual. Cabe decir que estos documentos corresponden a la versión, v2009 LEED®, de estudio en este trabajo.

## Marco práctico

### Tareas y metodología de desarrollo de investigación

Tabla 3: Tareas y metodología.

Tareas de investigación	Metodología
<b>Distinguir los criterios sustentables LEED® ligados a la fase de construcción.</b>	Estudiar, para luego categorizar, los créditos de certificación. Con asesoría, mediante entrevistas, de profesionales del rubro sustentable.
<b>Crear encuesta para profesionales de empresas constructoras partícipes de proyectos certificados.</b>	Se desarrolla un documento de 8 preguntas que abarcan los temas de importancia y bajo el enfoque del estudio. Este proceso sufre 3 modificaciones hasta lograr su validación final, siendo revisada por Diego Pedraza y Paula Hidalgo, dos profesionales del rubro sustentable.
<b>Definir casos de estudio.</b>	Del total de proyectos certificados se obtiene información detallada de tipos New Construction y Core & Shell, luego se acotan a los pertenecientes a Santiago y v2009.
<b>Aplicar encuesta.</b>	De los proyectos obtenidos se investiga sobre la empresa constructora encargada y se busca contacto de algún profesional de dicha obra.
<b>Analizar los resultados de casos prácticos.</b>	Se integra la información recibida de las entrevistas mediante categorizaciones para facilitar su lectura.
<b>Desarrollar un documento de recomendaciones frente a criterios sustentables en estudio.</b>	A modo de resumen se crea un capítulo con recomendaciones que envuelven todo el trabajo investigativo.
<b>Concluir y verificar hipótesis.</b>	Se redacta sobre los aportes del estudio, las conclusiones del autor y se responden las preguntas de investigación, en este caso hipótesis.

## **Créditos LEED® en etapa de construcción**

Si bien es cierto la empresa constructora materializa el proyecto, por lo tanto es responsable de la totalidad de los resultados tangibles que se puedan esperar desde la etapa de diseño hasta la de operación, dentro del sistema de certificación se tiene un grupo de criterios sustentables que se relacionan al trabajo en la fase constructiva. Son aquellos prerequisites y créditos los que se analizan en profundidad ya que es donde participan los profesionales en obra de la empresa constructora.

La certificación LEED® en su versión v2009 tiene siete categorías de criterios sustentables, la primera de ellas, llamada *Sitios sustentables (SS)*, trata sobre la relación de las edificaciones con el medio ambiente y las personas que lo habitan, considerando alternativas de movilización y conexión de las edificaciones con el transporte público, el manejo de áreas verdes y mejorar la calidad de vida de las personas que harán uso del edificio de acuerdo al entorno. La segunda, *Eficiencia de agua (WE)*, como dice su nombre se relaciona a un ahorro en el uso hídrico de la edificación tanto en su paisajismo como en los artefactos sanitarios. La tercera categoría, *Energía y atmósfera (EA)*, es la que mayor puntaje posible a obtener y se enfoca al desempeño energético del edificio, considerando el diseño de los sistemas de este. Luego existe *Materiales y recursos (MR)* que considera la utilización de materiales provenientes de fuentes alternativas y/o fabricados en áreas cercanas a la construcción del proyecto, incentivando la economía local, además de reducir los costos asociados a su transporte. Cerrando la etapa de créditos y puntos base de la certificación se encuentra la categoría *Calidad del ambiente interior (IEQ)*, busca buenas prácticas durante la construcción y en la ocupación del edificio. Esto se logra mediante materiales de baja emisión de contaminantes, alto nivel de ventilación, control en sistemas de iluminación, calefacción, entre otras medidas en pos del bienestar de los usuarios. Finalmente se tiene las últimas dos categorías, *Innovación en el diseño (ID)* y *Prioridad regional (RP)*, que entregan puntos adicionales como respuesta: a propuestas de eficiencia

que no hayan sido consideradas en las categorías mencionadas, y al incentivo para satisfacer necesidades medioambientales específicas de la zona de emplazamiento del proyecto, respectivamente. Estas dos últimas categorías no entran en el estudio debido a que se refieren a aspectos muy particulares en cada proyecto.

Estos criterios se canalizan mediante prerrequisitos y créditos que se detallan en las tablas del *Anexo 2* y *Anexo 3*, organizados por categoría y además se observa la cantidad de puntos posibles a entregar por cada crédito.

Retomando los criterios sustentables vinculados a la etapa de construcción es que se han desarrollado tabla reducidas, derivadas de ambas tablas recientemente mencionadas, para esta finalidad.

*Tabla 4: Descripción de prerrequisitos relacionados a la fase constructiva de un proyecto New Construction LEED®. Subtabla obtenida del Anexo 2.*

<b>New Construction o nueva construcción / Core &amp; Shell o Núcleo y envolvente</b>	
<b>Sitios sustentables (SS)</b>	
<b>1</b>	Prevención de la contaminación en las actividades de construcción
<b>Eficiencia de agua (WE)</b>	
<b>1</b>	Reducción del consumo de agua
<b>Energía y atmósfera (EA)</b>	
<b>1</b>	Puesta en marcha fundamental de los sistemas de energía del edificio
<b>Materiales y recursos (MR)</b>	
<b>Calidad de ambiente interior (IEQ)</b>	
<b>Innovación en diseño (ID)</b>	
<b>Prioridad regional (RP)</b>	

Cabe explicar que para certificación tipo NC y CS los prerrequisitos son los mismos 3 mencionados en la tabla. A diferencia de lo que ocurre en los créditos, ya que en los proyectos CS hay dos créditos menos, *Materiales rápidamente renovables* y *Plan de gestión de calidad de aire interior en construcción - Antes de la ocupación*, siendo solamente 18 los puntos logrables en este tipo de certificación.

Tabla 5: Descripción de créditos relacionados a la fase constructiva de un proyecto New Construction LEED®. Subtabla obtenida del Anexo 3.

<b>New Construction o Nueva construcción</b>		
<b>Sitios sustentables (SS)</b>		<b>Puntos</b>
7.1	Efecto de isla de calor - No techo	1
7.2	Efecto de isla de calor - Techo	1
<b>Total posibles</b>		<b>2</b>
<b>Eficiencia de agua (WE)</b>		<b>Puntos</b>
3	Reducción del consumo de agua	2 a 4
<b>Total posibles</b>		<b>4</b>
<b>Energía y atmósfera (EA)</b>		<b>Puntos</b>
<b>Total posibles</b>		<b>0</b>
<b>Materiales y recursos (MR)</b>		<b>Puntos</b>
2	Gestión de residuos de construcción	1 a 2
4	Contenido de reciclados	1 a 2
5	Materiales regionales	1 a 2
6	Materiales rápidamente renovables	1
7	Madera certificada	1
<b>Total posibles</b>		<b>8</b>
<b>Calidad de ambiente interior (IEQ)</b>		<b>Puntos</b>
3.1	Plan de gestión de calidad de aire interior en construcción - Durante la construcción	1
3.2	Plan de gestión de calidad de aire interior en construcción - Antes de la ocupación	1
4.1	Materiales de baja emisión - Adhesivos y sellantes	1
4.2	Materiales de baja emisión - Pinturas y recubrimientos	1
4.3	Materiales de baja emisión - Sistemas de suelos	1
4.4	Materiales de baja emisión - Madera compuesta y productos de agrofibras	1
<b>Total posibles</b>		<b>6</b>
<b>Innovación en diseño (ID)</b>		<b>Puntos</b>
<b>Total posibles</b>		<b>0</b>
<b>Prioridad regional (RP)</b>		<b>Puntos</b>
<b>Total posibles</b>		<b>0</b>
<b>Total posibles general</b>		<b>20</b>

De acuerdo al estudio de estos créditos es que se determinó una categorización especial para este trabajo, créditos asociados a procedimientos de trabajo y otros a compra de materiales. Cabe mencionar que en adelante se denominarán “puntos de estudio” a los obtenidos de dichos créditos.

## Procedimientos de trabajo

Las siguientes cuatro tablas indican la información; categoría, nombre, objetivo y requerimientos; sobre los prerrequisitos y créditos que entregan puntos de estudio mediante la elaboración de distintos procedimientos o planes de trabajo.

<b>Sitios sustentables – Prerrequisito 1</b>	<b>Prevención de la contaminación en las actividades de construcción.</b>
<b>Objetivo</b>	Reducir la contaminación que proviene de procesos constructivos, controlando la erosión, sedimentación y generación de polvo.
<b>Requerimientos</b>	Crear e implementar un <b>Plan de Erosión y Sedimentación (CES)</b> para las actividades de construcción.

<b>Energía y atmósfera – Prerrequisito 1</b>	<b>Puesta en marcha fundamental de los sistemas de energía del edificio.</b>
<b>Objetivo</b>	Verificar que los sistemas relacionados con el sistema energético del proyecto sean instalados y calibrados según los requisitos del mandante, las bases del diseño y los documentos de construcción.
<b>Requerimientos</b>	Se debe designar a una persona como Autoridad de Commissioning <sup>14</sup> (CxA) para dirigir, revisar y supervisar el cumplimiento de las actividades del proceso de puesta en marcha del sistema energético del proyecto.

<b>Materiales y recursos – Crédito 2</b>	<b>Gestión de residuos de construcción.</b>
<b>Objetivo</b>	Desviar los residuos de construcción o demolición a vertederos o instalaciones de incineración. Reincorporar materiales reciclables a procesos de fabricación.
<b>Requerimientos</b>	Desarrollar un <b>Plan de Gestión de Residuos de Construcción (GRC)</b> , identificando los materiales desviados.

---

<sup>14</sup> Persona calificada, externa del equipo de diseño y empresa constructora, que se preocupa de la buena instalación y puesta en marcha de los sistemas energéticos del proyecto.

<b>Calidad del ambiente interior – Créditos 3.1 y 3.2</b>	<b>Plan de gestión de calidad de aire interior en construcción - Durante la construcción y antes de la ocupación.</b>
<b>Objetivo</b>	Reducir los problemas de la calidad de aire interior resultantes de la construcción y promover el bienestar de los trabajadores de la construcción y ocupantes del edificio.
<b>Requerimientos</b>	Desarrollar e implementar un <i>Plan de Gestión de la Calidad de Aire (CAI)</i> para las etapas de construcción y operación del edificio.

### Compra de materiales

Las siguientes cuatro tablas indican la información; categoría, nombre, objetivo y requerimientos; sobre los prerrequisitos y créditos que entregan puntos de estudio mediante la compra de materiales y artefactos con características especiales.

Cada criterio sustentable puede tener más de un requerimiento o estrategia para lograr el objetivo deseado, se ha propuesto mostrar los requerimientos de una forma sencilla y vinculándolos a la importancia en la fase de construcción más que en diseño.

<b>Sitios sustentables – Créditos 7.1 y 7.2</b>	<b>Efecto isla calor – No techo (espacios descubiertos) y Techo (cubiertas).</b>
<b>Objetivo</b>	Minimizar los impactos sobre los microclimas y hábitats humano y silvestre.
<b>Requerimientos</b>	Utilizar elementos o estructuras para proveer sombra con un Índice de Reflectancia Solar <sup>15</sup> (SRI por sus siglas en Inglés) mínimo de 29.

---

<sup>15</sup> Medida de la capacidad que un techo tiene para rechazar el calor solar, de 0 a 100. Siendo 0 el valor más desfavorable para el efecto de isla calor, absorbiendo e irradiando calor y 100 siendo lo más reflectivo, es decir, calentándose menos.

<b>Eficiencia de agua – Prerrequisito 1 y Crédito 3</b>	<b>Reducción de consumo del agua.</b>
<b>Objetivo</b>	Incrementar la eficiencia del agua en el edificio para reducir la carga del suministro municipal de agua y los sistemas de aguas residuales.
<b>Requerimientos</b>	Utilizar artefactos sanitarios de bajo consumo y artefactos sanitarios innovadores.

<b>Materiales y recursos – Créditos 4, 5, 6 y 7</b>	<b>Contenido de reciclados, materiales regionales, materiales rápidamente renovables y madera certificada.</b>
<b>Objetivos</b>	Incrementar la demanda de productos con material reciclado y fabricados dentro de la región, reduciendo los impactos de la extracción, procesamiento de materiales vírgenes y transporte. Reducir el uso de materias primas además de fomentar la gestión forestal responsable ambientalmente.
<b>Requerimientos</b>	Utilizar materiales y productos: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ con contenido reciclados.</li> <li>▪ que hayan sido extraídos y fabricados dentro de un radio de 804,6 [km] a la redonda del sitio de construcción.</li> <li>▪ rápidamente renovables.</li> <li>▪ cuyos sean de madera, deben estar certificados mediante los principios de Forest Stewardship Council<sup>16</sup> (FSC).</li> </ul>

<b>Calidad del ambiente interior – Créditos 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4</b>	<b>Materiales de baja emisión: Adhesivos y sellantes, Pinturas y recubrimientos, Sistemas de suelos y Madera compuesta y productos de agrofibras.</b>
<b>Objetivos</b>	Reducir la cantidad de contaminantes que sean olorosos, irritantes y/o dañinos para el bienestar de los instaladores y ocupantes.
<b>Requerimientos</b>	Materiales como adhesivos y pinturas deben cumplir

---

<sup>16</sup> Es una organización global, sin fines de lucro, dedicada a promover el manejo forestal responsable en todo el mundo.



	con ciertos límites de Compuestos Orgánicos Volátiles <sup>17</sup> (VOC por sus siglas en inglés). Alfombras y terminaciones de pisos deben cumplir con requisitos especiales. Productos de madera compuesta y fibras agrícolas utilizados en el interior del edificio no pueden contener resinas de urea-formaldehídos <sup>18</sup> .
--	--

## Casos de estudio

La planilla descargada con fecha 06 de agosto de 2015 desde [www.usgbc.org/projects](http://www.usgbc.org/projects), muestra una cantidad de 302 proyectos registrados, incluyendo los ya certificados, en Chile. Luego de interiorizarse con la información el autor se percató de ciertas irregularidades en la entrega de estos, como por ejemplo proyectos inscritos más de una vez en distintos tipos o versiones, inscripciones no correspondientes al país o error de información. Por lo que el número de proyectos registrados de manera individual y sin repetición se redujo a 291. De los cuales 232 corresponden a NC y CS, exactamente el 79,7%.

Para obtener información práctica del trabajo realizado por las empresas constructoras en obra es que se consideró solo los certificados hasta el momento, siendo en total 84 (44 son NC y 40 CS). A continuación se aplicó un filtro para analizar solo los correspondientes a la versión v2009, quedando el 82% de éstos, es decir 36 NC y 33 CS, totalizando 69 proyectos certificados LEED® v2009.

---

<sup>17</sup> Muchos de los compuestos orgánicos volátiles son peligrosos contaminantes del aire y son responsables de efectos negativos sobre la salud y el medio ambiente. Son liberados por la quema de combustibles, como gasolina, madera, carbón o gas natural. También son liberados por disolventes, pinturas y otros productos.

<sup>18</sup> Es un tipo de resina o adhesivo cuya principal propiedad es que una vez moldeada, no se ablandan con el calor, sino que se endurecen debido a su estructura interna que se genera.

## Gráfico sobre niveles de certificación

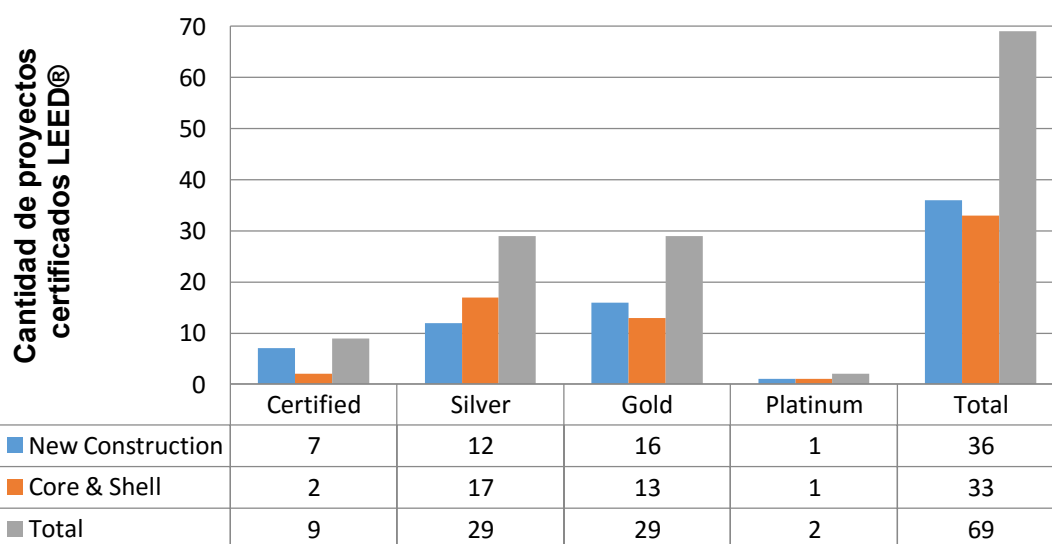



Gráfico 1: Muestra la cantidad de proyectos que han obtenido los distintos niveles de certificación LEED® v2009.

El 90% de éstos se sitúan en la Región Metropolitana y se logró conocer la constructora a cargo de 30 de esos proyectos. Se acudió a las 18 empresas constructoras en busca de información de contacto con algún profesional que haya sido partícipe de la obra de construcción. Se recibieron 17 correos electrónicos ya que en el resto de los casos la persona ya no trabajaba en la empresa o no se tenía el contacto. De los profesionales que recibieron mi correo y que efectivamente habían trabajado en los proyectos, respondieron cuatro, dispuestos a contestar la encuesta del estudio de manera presencial mediante una entrevista.

A continuación se observan los cuatro proyectos de estudio, con su respectiva información general.

<b>Nombre</b>	<b>Edificio Médico Clínica Santa María</b>		
<b>Ubicación</b>	Bellavista	497,	
	Providencia,	Santiago,	
	Chile		
<b>Tipo de certificación LEED®</b>	de	New Construction	
<b>Nivel de certificación LEED®</b>	de	Silver con 50 puntos	
<b>Empresa constructora</b>	LD Constructora		
<b>Empresa consultora</b>	EA Buildings		

<b>Nombre</b>	<b>Edificio Flor de Azucena</b>		
<b>Ubicación</b>	Flor de Azucena 111, Las Condes, Santiago, Chile		
<b>Tamaño</b>	12.692[m <sup>2</sup> ]		
<b>Tipo de certificación LEED®</b>	Core & Shell		
<b>Nivel de certificación LEED®</b>	Platinum (único en su tipo) con 81 puntos		
<b>Empresa constructora</b>	Euroconstructora		
<b>Empresa consultora</b>	Minus		

<b>Nombre</b>	<b>Edificio Centro Moneda</b>
<b>Ubicación</b>	Moneda 1375, Santiago Centro, Santiago, Chile
<b>Tamaño</b>	5.400[m <sup>2</sup> ]
<b>Tipo de certificación LEED®</b>	New Construction
<b>Nivel de certificación LEED®</b>	Gold con 66 puntos
<b>Empresa constructora</b>	Absalon Constructora e Inmobiliaria
<b>Empresa consultora</b>	Colliers



<b>Nombre</b>	<b>Edificio Nueva Las Condes 7</b>
<b>Ubicación</b>	Av. Presidente Riesco 5537, Las Condes, Santiago, Chile
<b>Tamaño</b>	52.531[m <sup>2</sup> ]
<b>Tipo de certificación LEED®</b>	Core & Shell
<b>Nivel de certificación LEED®</b>	Gold con 63 puntos
<b>Empresa constructora</b>	Echeverría Izquierdo
<b>Empresa consultora</b>	IDIEM



## Resultados

### Generales

De acuerdo a la información entregada por USGBC a la fecha 06 de agosto de 2015 sobre los proyectos certificados LEED® v2009, de tipo NC y CS, se puede obtener la distribución sobre los puntos de estudio de los 69 proyectos.

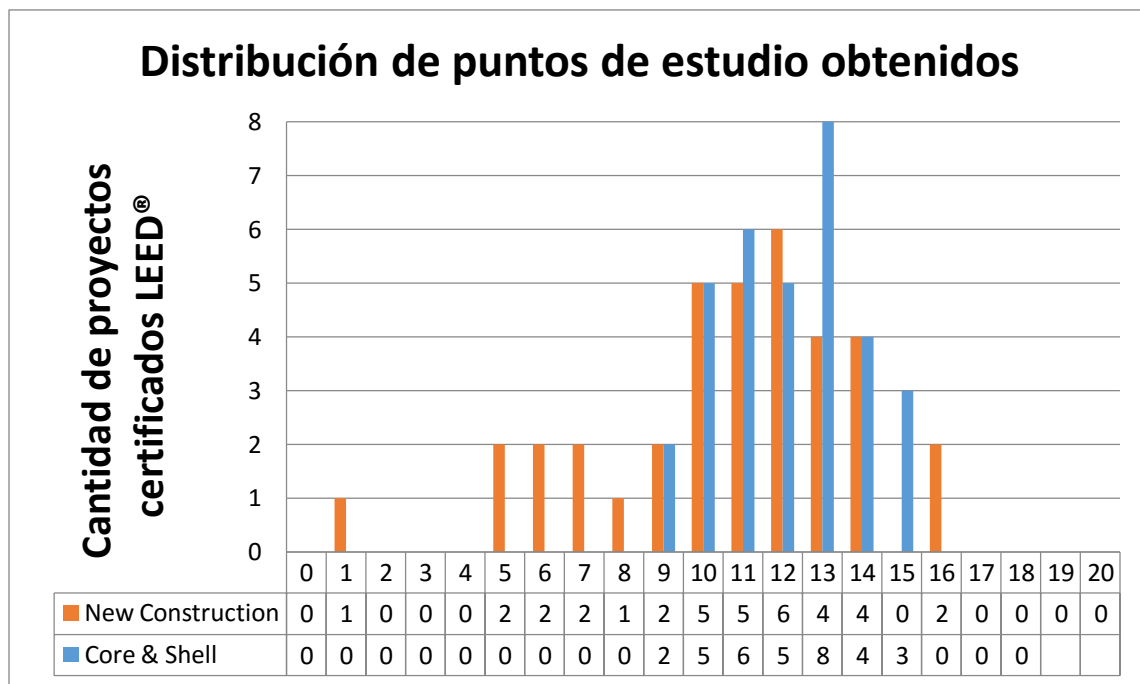


Gráfico 2: Muestra la distribución de puntos de estudio obtenidos por los proyectos certificados, en naranja tipo NC con un máximo de 20 puntos posibles y en azul CS con 18, debido a dos créditos menos (ya explicado anteriormente).

Se desprende del gráfico 2 que para proyectos NC se obtuvieron un promedio de 10,6 puntos de estudio de un máximo de 20 con una desviación estándar de 3,3. Del tipo CS hubo un promedio de 12,1 puntos obtenidos de 18 como límite y una desviación estándar de 1,7.

Para comprender a mayor profundidad la importancia de cada uno de los puntos de estudio es que los siguientes seis gráficos entregan la participación de cada crédito y su puntaje asociado en los proyectos certificados LEED® v2009. Los gráficos 3, 4 y 5 corresponden a proyectos tipo New Construction, los gráficos 5, 6 y 7 son de tipo Core & Shell.

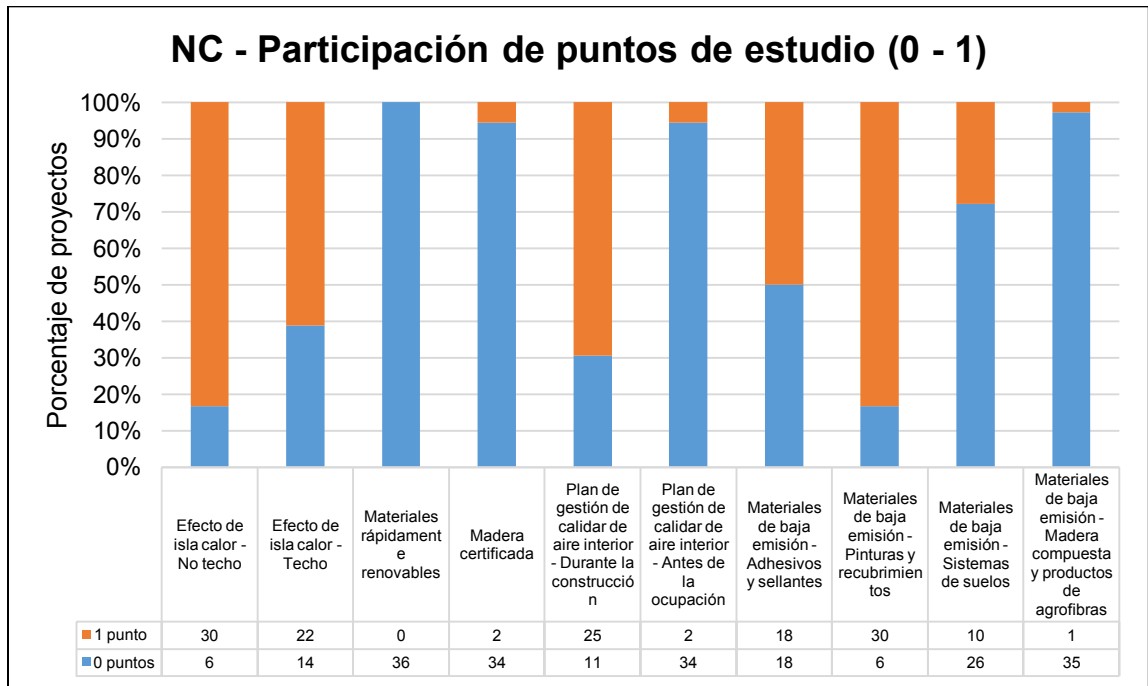
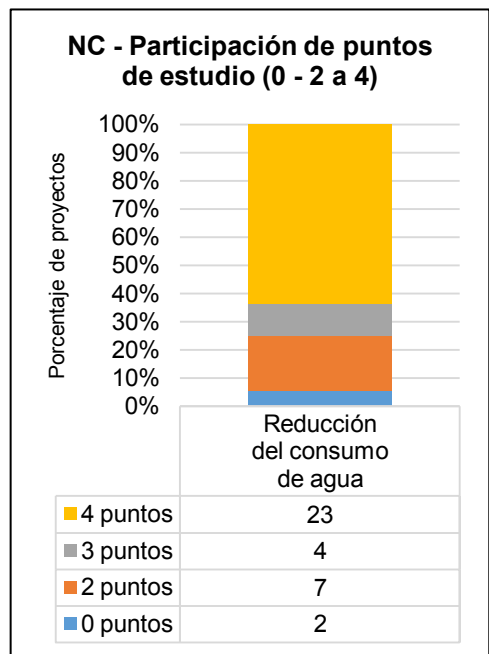
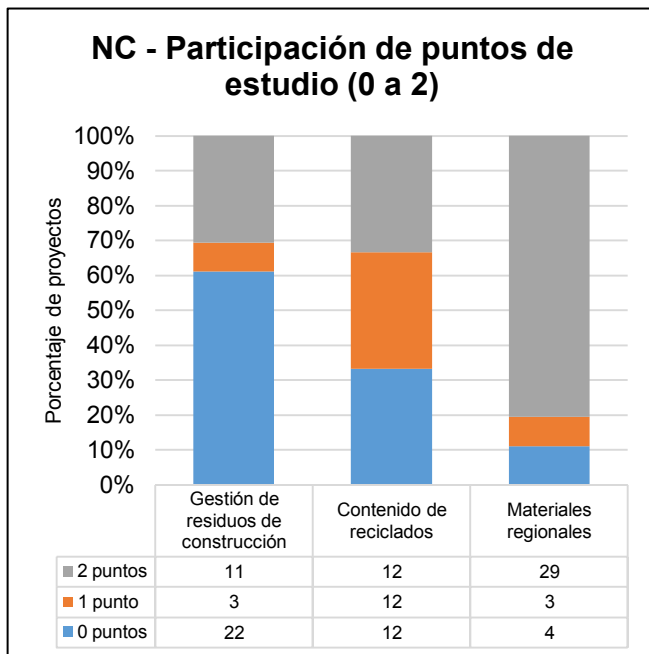


Gráfico 3: Muestra el porcentaje de proyectos que obtienen el puntaje entregado por estos créditos, que en caso de lograrlo se entrega 1 punto en caso de no lograrlo el puntaje es 0. La tabla en el inferior del gráfico muestra en detalle el número de proyectos.



Gráficos 4 y 5: Entrega los mismos datos y de la misma manera que el gráfico 3 pero con créditos que entregan 1 y 2 puntos o de 2 a 4 (en caso de obtenerlos), respectivamente.

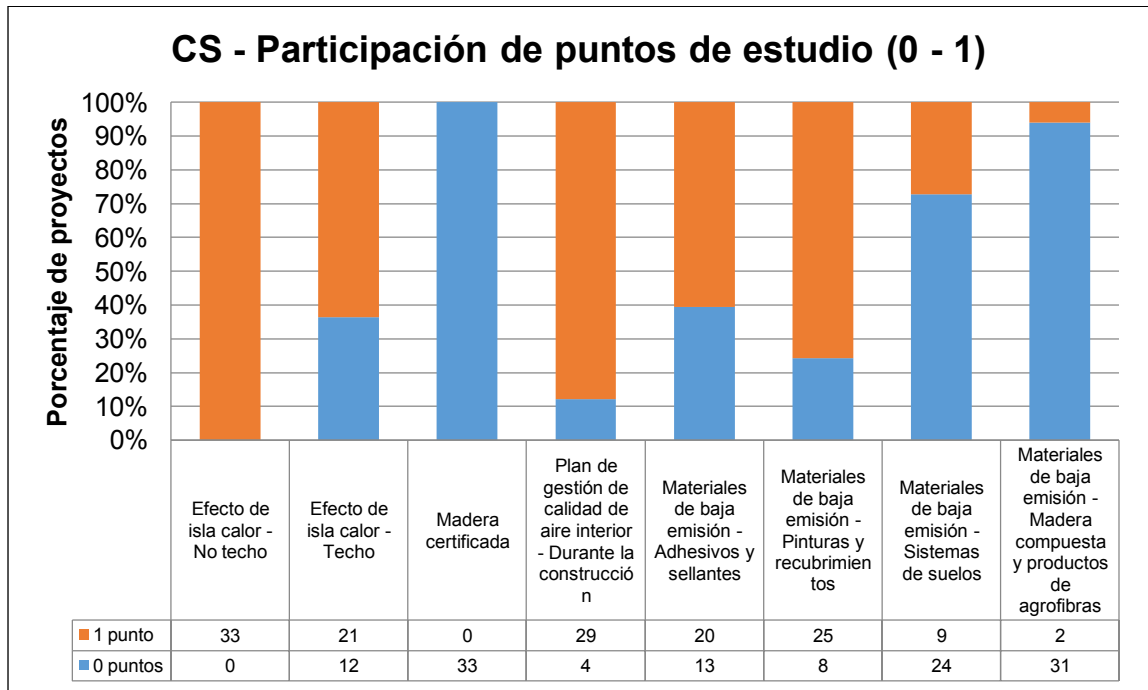
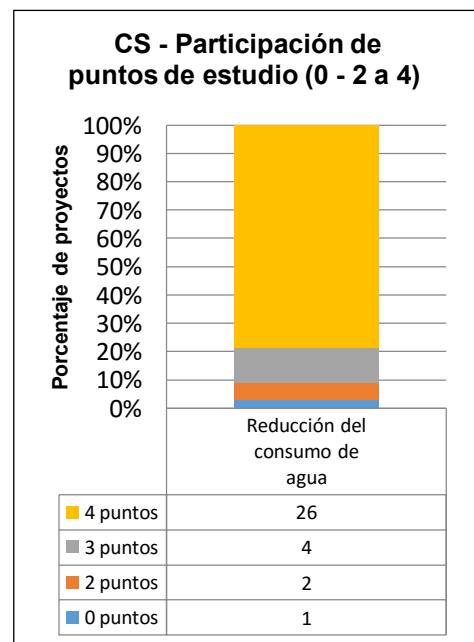
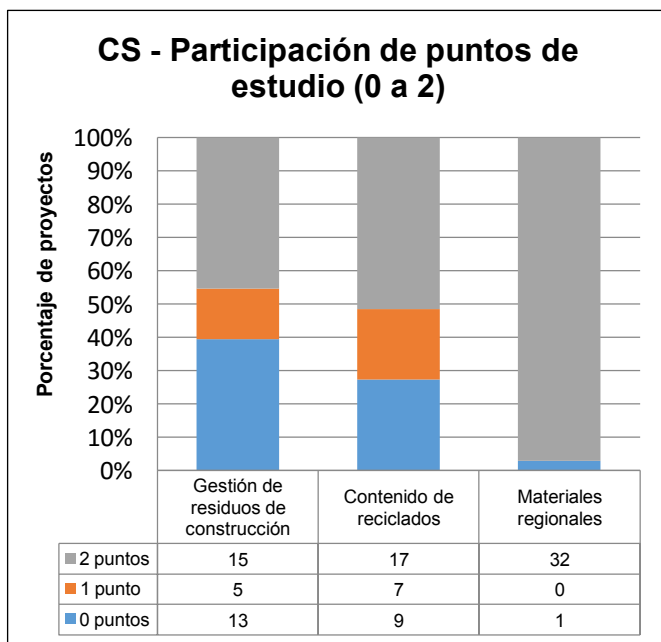


Gráfico 6: Muestra el porcentaje de proyectos que obtienen el puntaje administrado por estos créditos que en caso de lograrlo se entrega 1 punto en caso de no lograrlo el puntaje es 0. La tabla en el inferior del gráfico muestra en detalle el número de proyectos.



Gráficos 7 y 8: Entrega los mismos datos y de la misma manera que el gráfico 3 pero con créditos que entregan 1 y 2 puntos o de 2 a 4 (en caso de obtenerlos), respectivamente.

## Casos prácticos

Por el proyecto Clínica Santa María se conversó con Juan Pablo Cancino, Ingeniero Civil de LD Constructora, cuyo cargo fue de administrador de obra. En Flor de Azucena con José Luis Navarrete, Ingeniero en Construcción de Euroconstructora, cuyo cargo también fue de administrador de obra. En Centro Moneda con Bruno Espinosa, Ingeniero en Construcción de Absalon Constructora e Inmobiliaria, cuyo cargo fue de programación y control. Y en Nueva Las Condes 7 con Gabriela Fuentes, Arquitecto y LEED AP<sup>19</sup> de la constructora Echeverría Izquierdo cuyo cargo fue de encargada LEED®.

A raíz de las entrevistas y encuestas realizadas a dichos profesionales es que se obtiene la siguiente información respecto al enfoque que el autor ha explicado a lo largo del documento.

Tabla 6: Resumen a modo comparativo de datos explicados en mayor detalle a continuación.

	<b>Periodicidad [semanas]</b>	<b>Profesional LEED® en obra</b>	<b>Plan GRC</b>
<b>Clínica Santa María</b>	2	NO	Elaboración propia
<b>Flor de Azucena</b>	1,5	SI	Empresa externa
<b>Centro Moneda</b>	1	NO	Empresa externa
<b>Nueva Las Condes 7</b>	4	SI	Empresa externa

La periodicidad corresponde al tiempo transcurrido entre reuniones, de la constructora y la consultora, para evaluar distintos aspectos relacionados a la certificación, como el desarrollo de los procedimientos de trabajo, cumplimiento

---

<sup>19</sup> LEED Accredited Professional o Profesional Acreditado LEED es alguien que recibió el reconocimiento por parte de USGBC de que posee los conocimientos y habilidades mínimas para dirigir con éxito un proceso de certificación. Tienen un conocimiento detallado de las prácticas y principios de la construcción sustentable y del sistema de certificación



de créditos, supervisión de instalaciones, entre otros. Las dudas menores se realizan en conversaciones telefónicas y las mayores, que pueden incluir modificaciones del proyecto, suelen plantearse en reuniones en conjunto al mandante e inspector técnico de obra (ITO).

En lo referente al profesional LEED® en obra, es la necesidad de la empresa constructora a contratar a un profesional que sea parte del equipo de obra y se encargue particularmente de todos los aspectos de la certificación en aquel proyecto. En Clínica Santa María no fue necesario ya que la oficina técnica como tal se hizo cargo. En Flor de Azucena, Euroconstructora contrató a un profesional asignándole el cargo de Champion LEED. En Centro Moneda tampoco fue necesario ya que la encargada era la Jefa de Calidad de la empresa Absalon. En Nueva Las Condes 7 se contrató a una arquitecta especialista en LEED® que fue parte del equipo de obra.

Es necesario explicar que en cada proyecto LEED® existe una persona llamada Commissioning Authority (CxA) o Autoridad de Commissioning que debe ser independiente al equipo de diseño y de la gestión de la constructora, contratado por el mandante y generalmente es parte de la empresa consultora. Este profesional debe saber a profundidad sobre los sistemas energéticos del proyecto como los HVAC<sup>20</sup> + ACS<sup>21</sup>, de iluminación, energías renovables, entre otros; con el fin de verificar su instalación y funcionamiento para que cumplan los requerimientos de este. Por esto que se hace la diferencia al profesional LEED® en obra por parte de la empresa constructora, anteriormente mencionado. Con respecto al prerrequisito de commissioning o sistema de energía del edificio es que en todos los casos de estudio no hubo ningún inconveniente por parte del CxA para tener la información necesaria con que desarrollar sus actividades, es decir, las empresas constructoras mostraron

---

<sup>20</sup> Heating, Ventilating and Air Conditioning o calefacción, ventilación y aire acondicionado: se refiere al sistema de climatización de un edificio.

<sup>21</sup> Agua Caliente Sanitaria.

buena disposición y transparencia en relación a la puesta en marcha de los sistemas energéticos.

El Plan de Gestión de Residuos de la Construcción asociado al crédito N° 2 de la categoría Materiales y Recursos fue desarrollado de manera independiente por solo una empresa constructora en los 4 casos, en los otros 3 se subcontrató a una empresa externa llamada Regemac para que se hiciera cargo de este punto. En la siguiente tabla se puede observar que el único proyecto que no recibió los puntos de este crédito fue la que corresponde al caso que no se subcontrató a una empresa especializada como Regemac.

Tabla 7: Especifica la obtención de los puntos de estudio de los cuatro casos de estudio. En colores (para facilitar su búsqueda en la Tabla 5) el código del crédito, en letras la categoría a la que pertenece y luego el número correspondiente.

Clínica Santa María	<b>SS7.1</b>	<b>SS7.2</b>	<b>WE3</b>	<b>MR2</b>	<b>MR4</b>	<b>MR5</b>	<b>MR6</b>	Total
	(0/1)	(1/1)	(4/4)	(0/2)	(1/2)	(2/2)	(0/1)	
	<b>MR7</b>	<b>IEQ3.1</b>	<b>IEQ3.2</b>	<b>IEQ4.1</b>	<b>IEQ4.2</b>	<b>IEQ4.3</b>	<b>IEQ4.4</b>	(12/20)
	(0/1)	(1/1)	(0/1)	(1/1)	(1/1)	(1/1)	(0/1)	
Flor de Azucenas	<b>SS7.1</b>	<b>SS7.2</b>	<b>WE3</b>	<b>MR2</b>	<b>MR4</b>	<b>MR5</b>	Total	
	(1/1)	(1/1)	(4/4)	(2/2)	(2/2)	(2/2)		
	<b>MR7</b>	<b>IEQ3.1</b>	<b>IEQ4.1</b>	<b>IEQ4.2</b>	<b>IEQ4.3</b>	<b>IEQ4.4</b>	(15/18)	
	(0/1)	(1/1)	(1/1)	(1/1)	(0/1)	(0/1)		
Centro Moneda	<b>SS7.1</b>	<b>SS7.2</b>	<b>WE3</b>	<b>MR2</b>	<b>MR4</b>	<b>MR5</b>	<b>MR6</b>	Total
	(1/1)	(1/1)	(4/4)	(2/2)	(0/2)	(2/2)	(0/1)	
	<b>MR7</b>	<b>IEQ3.1</b>	<b>IEQ3.2</b>	<b>IEQ4.1</b>	<b>IEQ4.2</b>	<b>IEQ4.3</b>	<b>IEQ4.4</b>	(13/20)
	(0/1)	(1/1)	(0/1)	(0/1)	(1/1)	(1/1)	(0/1)	
Nueva Las Condes 7	<b>SS7.1</b>	<b>SS7.2</b>	<b>WE3</b>	<b>MR2</b>	<b>MR4</b>	<b>MR5</b>	Total	
	(1/1)	(1/1)	(4/4)	(2/2)	(2/2)	(2/2)		
	<b>MR7</b>	<b>IEQ3.1</b>	<b>IEQ4.1</b>	<b>IEQ4.2</b>	<b>IEQ4.3</b>	<b>IEQ4.4</b>	(12/18)	
	(0/1)	(0/1)	(0/1)	(0/1)	(0/1)	(0/1)		

- Plan de Control de Erosión y Sedimentación (CES) y de gestión de la Calidad del Ambiente Interior (CAI).

Debido a que el plan CES corresponde a un prerrequisito (obligatorio) es que la totalidad de los casos estudiados cumplió con lo requerido para así lograr la certificación.

La *Tabla 6* entrega que el 75% de los proyectos de estudio cumplieron con el crédito relacionado al plan CAI “Durante la construcción”, criterio común en NC y CS. De acuerdo al plan CAI “Antes de la ocupación”, criterio único de NC, ninguno de los dos proyectos lograron obtener puntaje.

LD Constructora lleva años trabajando con proyectos de construcción para clínicas, lo que implica un alto estándar en cuanto a calidad para prevenir la contaminación del aire con polvo. Por esto que como empresa constructora implementan en todas sus obras procedimientos de control de partículas en suspensión. Teniendo gran parte de estos criterios dominados. Los otros puntos que abarcan ambos planes fueron especificados por la consultora EA Buildings. Por otro lado esta empresa se ha certificado al Sistema B<sup>22</sup> buscando una visión en pos de medidas medioambientales en su método de trabajo.

Euroconstructora por su parte se reunió con la empresa consultora Minus antes de comenzar la construcción y fueron ellos los que les entregaron la pauta de cómo desarrollar estos procedimientos, la elaboración fue por parte de la constructora, específicamente por el denominado Champion LEED. Esta empresa trabaja bajo la norma ISO9001<sup>23</sup> y certificación de “Construcción de obras de edificios en altura” por Bureau Veritas Certification<sup>24</sup>.

---

<sup>22</sup> Sistema privado de certificación empresarial (de todo rubro) que busca construir un ecosistema favorable para fortalecer empresas que utilizan la fuerza del mercado para dar solución a problemas sociales y ambientales.

<sup>23</sup> Elaborada por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), determina los requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad, que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones, sin importar si el producto o servicio lo brinda una organización pública o empresa privadas, cualquiera que sea su tamaño, para su certificación o con fines contractuales.

<sup>24</sup> Empresa a nivel mundial sobre ensayos, inspección y certificación que facilita servicios para ayudar a los clientes a cumplir los crecientes desafíos de la calidad, seguridad, protección del medio ambiente y la responsabilidad social.

La empresa Absalon por su parte tomó la decisión de adherir sus proyectos al programa Buenas Prácticas<sup>25</sup> de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) lo que involucra medidas preventivas en sus obras con respecto a emisiones a la atmósfera, ruidos, residuos y relación con los vecinos. Por esto que tienen procedimientos que abarcan varios ítems de los planes CES y CAI. Aun así dichos informes se desarrollaron en conjunto a lo pedido por la empresa consultora Colliers.

Echeverría Izquierdo incorpora en todos sus proyectos procedimientos relacionados a los planes CES y CAI, en suma a esto es una empresa constructora con varios proyectos ya certificados LEED® junto a otros en construcción y proceso de certificación. Han trabajado con diferentes empresas consultoras por lo que ya tienen un amplio conocimiento sobre estos planes. Por lo que solo se debía acomodar el proyecto de nueva Las Condes 7 a los planes anteriormente desarrollados. En este proyecto se realizó esto para el plan CES y no para el CAI, por lo que no se obtuvo puntaje, la causa fue el ahorro de costos que implica cubrir los ductos y rejillas abiertas de las instalaciones HVAC durante la construcción.

- Materiales, productos y artefactos

De acuerdo al respaldo de información sobre los productos y artefactos utilizados, en la totalidad de los casos hubo un buen trabajo de documentación entregada por los proveedores para el cumplimiento ya sea de reducción de consumo de agua, bajos SRI y/o VOC, entre otros requerimientos. De esta manera la empresa consultora verificaba el cumplimiento de los criterios

---

<sup>25</sup> Herramienta de autogestión, de carácter voluntario y preventivo, dirigida a los socios de la CChC que involucra un compromiso gremial y empresarial de respetar y cumplir disposiciones con respecto a: prevención de riesgos y salud ocupacional, protección del medio ambiente, mecanismo de relación con la comunidad y relación con el cliente. Las empresas constructoras se deben adherir por cada obra individual a este programa.

buscados. A continuación se analiza la experiencia de las constructoras del punto de vista de compra de materiales.

LD Constructora trabajó íntegramente desde la etapa de diseño junto a arquitectos, mandante, consultora EA Buildings, GEPUC<sup>26</sup>; encargada de coordinación; y Prigan; empresa de inspección técnica y administración de proyectos; lo que facilitó el conocimiento de materiales y artefactos a usar. Bajo lo conversado en las reuniones de coordinación se realizaba el listado de compras y antes de realizarlas se verificaba con EA Buildings.

Euroconstructora recibía una planilla por parte de Minus con los materiales que se debían usar y se realizaba la compra. No hubo problemas con este ítem.

Para Absalon en un comienzo la compra fue lenta. En cuanto a las pinturas, dadas sus especificaciones y por tener solo un proveedor para ellas, se tuvo un atraso en la planificación esperada pero que no causó mayores problemas en la obra. También hubo modificación en la compra de artefactos sanitarios, teniéndose que hacer una devolución de éstos, debido a que las especificaciones técnicas del proyecto cambiaron al momento de empezar el proceso de certificación LEED® una vez ya comenzada la obra.

Echeverría Izquierdo no tuvo que preocuparse de las especificaciones de materiales de baja emisión, debido a que no se buscaron esos créditos. Por lo que debieron enfocarse principalmente en el hormigón y el acero para obtener puntaje por material reciclado y regional, además de elementos con bajo SRI y artefactos con bajo consumo de agua.

- Aprendizaje de empresa constructora para futuros proyectos LEED®

---

<sup>26</sup> Centro de investigación, desarrollo e innovación de Gestión de la Producción de la Pontificia Universidad Católica de Chile que el 2014 evoluciona a GEPRO, empresa de Gestión Integral de Proyectos mediante la aplicación de metodologías y herramientas desarrolladas en base a la cultura y filosofía de gestión Lean Production. GEPRO es una empresa derivada del Dictuc S.A. siguiendo el trabajo de GEPUC.

En el 75% los casos existe un acuerdo en que la base de los procedimientos sobre control de mitigación como los planes CES y CAI queda en registro luego de enfrentarse a un proyecto con certificación LEED® y que solo se deben adaptar a las características del nuevo proyecto. En un caso se cree que en cada proyecto el equipo de trabajo es nuevo por ende habría que enfrentar los procedimientos desde cero.

Es unánime la afirmación que frente a la compra de materiales con especificaciones sustentables en Chile no existen barreras ni falta de proveedores o de stock para un proyecto que busca certificación LEED®.

## **Análisis de resultados**

Con respecto al *Gráfico 2* y su información entregada, se puede observar que los proyectos certificados en Chile obtienen en promedio más de la mitad de los puntos de estudio posibles para los casos de NC y CS, con una desviación estándar baja nos indica que existe una consistencia en el conjunto de datos que avalan la importancia de obtener la mayor cantidad de puntaje en estos criterios estudiados. Cabe destacar que en el caso de NC existe un proyecto en particular, GEOTEL Apart Calama, que obtuvo solo 1 punto de estudio y es el dato claramente crítico de la muestra que conlleva a disminuir el promedio y aumenta la desviación estándar.

En cuanto a la participación de los puntos de estudios a modo individual se obtienen seis gráficos (del 3 al 8), tres de NC y otros tres de CS separados por la cantidad de puntaje que entrega cada crédito para mejor visualización, es decir, todos estos créditos se van a categorizar, de acuerdo a la cantidad de proyectos ya certificados en Chile que han logrado obtenerlos, en tres grupos a modo de análisis:

1. Créditos altamente practicables: se consideran los créditos con un alto porcentaje de proyectos certificados que obtuvieron puntaje en ellos.
2. Créditos cuestionables: se consideran los créditos con un porcentaje medio de proyectos certificados que obtuvieron puntaje en ellos. Mediante un análisis personal el autor considera esta categoría para

aquellos créditos que: si bien muestran una tendencia a porcentaje alto o bajo es discutible con respecto al puntaje entregado (en casos que se entreguen más de 1 punto) o exista una diferencia importante en porcentajes entre tipos NC y CS que conlleve a un estudio más profundo.

3. **Créditos poco practicables:** se consideran los créditos con un bajo o nulo porcentaje de proyectos certificados que obtuvieron puntaje en ellos.

Comparando el gráfico 3 (NC) y 6 (CS), así mismo; el 4 con el 7 y el 5 con el 8; es que se observan las mismas tendencias de porcentajes en cada crédito para ambos tipos de certificación. Esto permite superponer los resultados de los tipos NC y CS en todos aquellos créditos en común, un total de 18, dejando solo 2 créditos únicamente de NC a categorizar por separado.

*Tabla 8: Categorización de créditos de acuerdo al porcentaje de proyectos con puntaje obtenido.*

<b>Altamente practicables</b>	<b>Cuestionables</b>	<b>Poco practicables</b>
Efecto de isla calor – No techo	Efecto de isla calor – Techo	Materiales rápidamente renovables
Plan de gestión de calidad del ambiente interior – Durante la construcción	Materiales de baja emisión – Adhesivos y sellantes	Plan de gestión de calidad del ambiente interior – Antes de la ocupación
Materiales de baja emisión – Pinturas y recubrimientos	Gestión de residuos de construcción	Materiales de baja emisión – Madera compuesta y productos de agrofibras
Reducción del consumo de agua	Materiales de baja emisión – Sistemas de suelos	Madera certificada
Materiales regionales	Contenido de reciclados	

### *1. Créditos altamente practicables*

**Efecto de isla calor – No techo (zonas descubiertas):** Un crédito con alto porcentaje de obtención, de hecho en CS todos los edificios lo han logrado. Debido a que se puede acceder con estrategias de arquitectura y paisajismo además de usar productos con alto SRI, ubicables en el mercado, es que se no es un crédito complejo.

**Plan de gestión de calidad del ambiente interior – Durante la construcción:** Este procedimiento de trabajo debe ser escrito y con soporte de imágenes que detallen las prácticas usadas en obra. Como requerimientos se debe considerar

proteger los sistemas HVAC, mantener una limpieza en el interior de la obra, separar zonas de construcción a áreas ocupadas, mantener un adecuado acopio de material, usar materiales con bajo VOC. Estas medidas no son complejas de adquirir en una obra y muchas se han adaptado en la filosofía de trabajo de muchas empresas constructoras.

**Materiales de baja emisión – Pinturas y recubrimientos:** Ya que solo se vincula a la compra de elementos con contenido de VOC, es que la empresa constructora debe realizar la compra necesaria con los proveedores adecuados y documentarla. El mercado nacional tiene una amplia gama de productos con la calidad esperada.

**Reducción del consumo de agua:** La certificación prioriza como estrategia para obtener este crédito al uso de artefactos sanitarios de bajo consumo, el prerequisite correspondiente exige un 20% de reducción en comparación al cálculo base del edificio, luego se entregan 2, 3 y 4 puntos si se logra reducir un 30, 35 y 40% el consumo respectivamente. El mercado nacional presenta varias opciones de compra para las empresas constructoras, por lo que actualmente no existen barreras para este crédito tan importante por la cantidad de puntaje posible de entregar.

*Tabla 9: Indica el número de empresas Chilenas que ofrecen artefactos sanitarios con reducción en el consumo de agua. En el mercado nacional deben existir más, la información presente se obtiene de un estudio de ChileGBC y considera las empresas que respondieron a este.*

		Cantidad empresas			
Porcentaje de reducción		20%	30%	35%	40%
Artefactos sanitarios	WC	7	7	2	2
	Urinarios	6	7	4	4
	Lavamanos	7	11	11	6
	Lavaplatos	5	11	10	4
	Cabezales ducha	6	11	10	8

**Materiales regionales:** Es uno de los créditos de mayor participación y la entrega de puntaje se refiere al porcentaje del costo de materiales locales en



relación al costo total de materiales. La superficie que determina los límites para considerar un material local es de 804,6 [km] de radio a la redonda desde el sitio de construcción, por lo que no solo de limita la compra a proveedores nacionales si no que alcanza superficie Argentina. En la zona central de nuestro país hay mucha oferta de metales, vidrios, maderas y arcilla; tomando en cuenta el alto porcentaje de edificios certificados situados en la Región Metropolitana es que los resultados fueron positivos. En proyectos situados en la zona norte el mercado disminuye su oferta pero es variado y presenta metales, áridos, vidrios, maderas y arcilla. Es en la zona sur donde disminuye considerablemente y solo se presenta de manera importante la fabricación de madera. Considerando el costo de los materiales que a su vez mayor volumen ocupan en obra, como el acero, vidrio y hormigón, es que fácilmente se tendrá un porcentaje importante de materiales a modo local, al menos en la zona central. Por lo que no es difícil lograr al menos un 10% de materiales regionales para obtener 1 punto o bien más de 20% como en muchos casos en Chile y lograr los 2 puntos. Además este ítem entrega 1 punto extra si se supera el 30% por innovación en el diseño. Básicamente el trabajo de la constructora es documentar la información sobre los productos de los proveedores y hacer un listado con los materiales locales y generales de la obra.

## *2. Créditos cuestionables*

**Efecto de isla calor – Techo:** Este crédito si bien es cierto se consideró en cuestionables, la participación en los edificios certificados es aceptable y se ha logrado en la mayoría de casos. Las opciones para su obtención involucran cubiertas vegetales y/o productos de cubierta con alto SRI. Por las mismas razones que el crédito de efecto isla calor en zonas descubiertas no es un crédito complejo.

**Materiales de baja emisión – Adhesivos y sellantes:** Ya que solo se vincula a la compra de elementos con contenido de VOC, es que la empresa constructora debe realizar la compra necesaria con los proveedores adecuados y

documentarla. El mercado nacional tiene una amplia gama de productos con la calidad esperada.

**Gestión de residuos de construcción:** Se debe realizar un itemizado de desechos de la construcción para contabilizar materiales que se reciclarán en relación a los que irán a vertederos, que precisamente es lo que busca evitar. Para esto se debe elaborar un plan que consiste en llevar un seguimiento de los desechos y diferenciar el tipo de material, lo que se pueda reciclar se debe llevar a empresas autorizadas que cuenten con la infraestructura adecuada para el tratamiento y recuperación de estos materiales; lo que no, a vertederos autorizados por la SEREMI de salud. Existen empresas, como Regemac (se contrató en 3 casos de estudio), que se dedican al transporte del material desde la obra, la separación de éstos y luego el envío a empresas de reciclaje, entregando el certificado de estas más el de los vertederos. Para una empresa constructora optar por realizar una autogestión de residuos implica tener distintos contenedores para poder separar los residuos y luego llevar cada uno a las distintas empresas de reciclaje y vertederos. Comúnmente en las obras, el espacio de trabajo es reducido, por lo que tener un contenedor común para residuos y que una empresa externa luego separe y distribuya el material donde corresponda es una muy buena opción para este crédito.

**Materiales de baja emisión – Sistemas de suelos:** Es uno de los que tiene mayores exigencias de la certificación. Se puede obtener considerando que las alfombras y sus adhesivos, terminaciones de pisos y sus adhesivos además de las superficies de piso duras cumplan los requisitos del Carpet and Rug Institute (CRI) Green Label Plus Program, FloorScore Standart, South Coast Air Quality Management District (SCAQMN) Rule1113 & 1168, en conjunto o bien del California Department of Health Services Standart Practice for the testing of Volatile Organic Emissions from Various Sources Using Small-Scale Environmental Chambers. En el mercado nacional existen varios productos que cuentan con la certificación CRI y cumplen los límites de VOC, que es lo que se plantean en todos los otros requisitos recién mencionados. Aun así es un

crédito complejo de obtener y a pesar de ser bajo el porcentaje de proyectos que lo han logrado son considerables el número de obras que se han preocupado y alcanzado el puntaje.

**Contenido de reciclados:** La entrega de puntaje se refiere al porcentaje del costo de materiales con contenido reciclado frente al costo total de materiales. La certificación privilegia el uso de materiales con alto contenido reciclado, como por ejemplo, acero, hormigón y vidrio reciclado, de acuerdo a que estos elementos se usan en grandes cantidades es que comprando a proveedores adecuados se puede lograr al menos un 10% de materiales reciclados para obtener 1 punto o bien más de 20% como en muchos casos en Chile y lograr los 2 puntos. Además este ítem entrega 1 punto extra si se supera el 30% por innovación en el diseño. En Chile se destaca a la empresa Gerdau Aza, proveedores de acero con un 98% de material reciclado facilitando obtener este crédito.

### *3. Créditos poco practicables*

**Materiales rápidamente renovables:** Se pueden destacar materiales de producción industrial como el bambú (maderas estructurales, revestimientos, paneles), corcho (aislante, revestimiento de muros, pisos), caucho natural (pisos), linóleo (pinturas, revestimiento, pisos) y otros de producción artesanal como trigo (paneles aislantes, adobe), sisal (revestimiento de muros), cáñamo (revestimiento de muros) y arpillera (alfombras). Considerando este tipo de materiales es que se puede entender que la mayoría de proyectos estudiados y potenciales buscadores de certificación LEED® no contengan en su diseño el uso de estos. Por lo que lo hace un crédito especial para ciertos proyectos y no al alcance de todos, de hecho en ninguno de los edificios certificados en Chile han obtenido puntaje en este crédito.

**Plan de gestión de calidad del ambiente interior – Antes de la ocupación:** Se tiene dos opciones, realizar un Flush Out (expulsado de aire) o realizar un testeo del aire. En el primer caso se necesita de sistemas HVAC para lograr la

extracción del aire bajo determinada temperatura y humedad lo cual tiene un costo importante asociado. En el segundo caso se necesita de equipos de medición, que también llevan un costo asociado, y no se asegura que las concentraciones de contaminantes estén bajo los límites, por lo que podría llevar a tener que hacer de igual manera un Flush Out. Por estas razones es que en muchos casos no se busca este puntaje.

**Materiales de baja emisión – Madera compuesta y productos de agrofibras:** Se busca evitar que se use en estos productos urea-formaldehídos ya que estos químicos al evaporarse a altas temperaturas pueden provocar daños permanentes a la salud de los ocupantes, para esto es que se debe considerar productos de madera compuesta y fibras agrícolas, que al igual que en materiales rápidamente renovables, en su mayoría de veces, ni siquiera existen (por diseño) en el proyecto a edificar.

**Madera certificada:** Se tiene el mismo problema que en materiales rápidamente renovables y es que a pesar de existir en Chile un amplio repertorio de empresas con productos certificados como: tableros, molduras, paneles, puertas, muebles, pisos, entre otros; es que el alcance de proyectos a certificar se acota debido al poco uso de madera en diseños de edificios nuevos.

La periodicidad, de reuniones entre el representante del equipo de trabajo o en casos el encargado LEED® de la constructora y el representante de la consultora para el proyecto, mostrada por los casos prácticos entrega un promedio cercano a las dos semanas. Se considera un tiempo considerable como para llevar un seguimiento de los procedimientos de trabajo, ajustable por supuesto, para cada proyecto en particular y por la necesidad de solucionar problemas circunstanciales relacionados a la certificación. Las obras que buscan la certificación NC tienen las etapas de excavación, obra gruesa, terminaciones e instalaciones; así como en las CS las dos primeras y por su envergadura promedio se realizan en plazos de meses, por lo que dos semanas

considera plazo adecuado para las reuniones. Cabe mencionar que la documentación y seguimiento por escrito se deben hacer semanalmente.

Con respecto a tener un profesional en obra que se dedique completamente a los aspectos LEED® de la edificación, en 2 casos la empresa constructora lo encontró necesario y en otros 2 casos no. En los cuatro casos alguna persona de la empresa constructora asumió la responsabilidad, pudiendo ser de la oficina central o de la oficina técnica en obra. En Flor de Azucena, donde se contrató a una persona encargada, se debe tener en cuenta que era su primer proyecto que buscaba la certificación y específicamente de nivel Platinum, lo que se logró con 81 puntos (único en su tipo), por lo que se entiende la preocupación por la cantidad de criterios a realizar por primera vez. En Nueva Las Condes 7, Echeverría Izquierdo tuvo a una encargada trabajando permanentemente en obra y que actualmente trabaja bajo el mismo cargo pero en tres obras distintas, todas ellas en camino a ser certificadas bajo el sistema LEED®.

Analizando las exigencias del prerrequisito del plan CES y el crédito del plan CAI, es que se hace un análisis de los requerimientos con un manual de buenas prácticas que realizó la CChC. Este documento se divide en cuatro importantes capítulos: Emisiones a la atmósfera, Ruidos, Residuos y Relación con los vecinos (CChC, 2014). Es el primero el que entrega estrategias de similares características a los planes ya mencionados, en el tercero hay muchas relacionadas al crédito de gestión de residuos y el plan GRC.

Tabla 10: Se nombran las 21 medidas de mitigación (MM) que entrega el capítulo de Emisiones a la atmósfera de la Guía de Buenas Prácticas Ambientales. En verde la relacionada con el plan CES y en naranja las relacionadas al plan CAI.

<b>Guía de Buenas Prácticas Ambientales - Emisiones a la atmósfera</b>
MM1: Capacitación del personal
MM2: Programa de humectación de las zonas de trabajo
MM3: Uso de mallas protectoras en perímetro
MM4: Cubrir acopios
MM5: Minimizar permanencia de acopios en obra
MM6: Cubrir tolva de camiones
MM7: No recargar tolva de camiones
MM8: Restringir velocidad de circulación en la obra
MM9: Minimizar altura de descarga
MM10: Protocolo de aseo interno de la obra
MM11: Protocolo de aseo de áreas públicas de la obra
MM12: Lavado de ruedas de equipos y camiones
MM13: Estabilizar vías interiores de la obra
MM14: Humectar residuos evacuados desde altura
MM15: Pavimentar accesos a la obra
MM16: Realizar faenas de corte o pulido en recintos cerrados
MM17: Humectar caminos
MM18: Protocolo de limpieza de andamios
MM19: Cubrir fachadas y vanos
MM20: Extremar medidas de mitigación en episodios de contingencia ambiental
MM21: Mantenimiento preventivo de equipos, maquinarias y vehículos

El plan CES se puede dividir en tres puntos primordiales: Control de la erosión, control de la sedimentación y control de partículas en suspensión. Siendo el último el que se abarca en el programa de la CChC. El plan CAI a su vez se puede resumir en 5 requerimientos principales: Protección de HVAC, control de VOC, programar la exposición de ocupantes en áreas de construcción, separación de construcción y áreas ocupadas, y limpieza interior. Siendo los últimos dos los que trata el manual. Lo que indica que el trabajar bajo las recomendaciones entregadas por la Cámara Chilena de la Construcción se está cumpliendo con 1/3 y 2/5 de un prerrequisito y un crédito importante de la certificación LEED®. Inclusive se abarcan muchos más puntos en pos de una

calidad ambiental mejor tanto para trabajadores, futuros ocupantes, y terceros que lleguen a circular cerca de la obra.

Dado la experiencia de las constructoras, para los casos de estudio, en el tema de compra de materiales se observa que no existe una diferencia sustancial respecto a un proyecto convencional, es decir, que no esté en proceso de certificación sustentable. El mercado nacional en los últimos años se ha preocupado de ofrecer materiales, productos y artefactos que satisfagan los requisitos esperados por la certificación. ChileGBC tiene una página web, [www.portalverdechilegbc.cl](http://www.portalverdechilegbc.cl), que permite a profesionales de la industria de la construcción, acceder a información técnica y comercial sobre productos que pueden aportar al proceso de certificación LEED®. Esta plataforma bien completa, nos ofrece un buscador que entrega la información de la empresa, producto y crédito que busca satisfacer.

En términos generales, el mandante de un proyecto en un comienzo tiene una aspiración de cierto nivel de certificación, lo que no siempre se consigue pues en el camino del proceso ocurren imprevistos, que si no existe una buena planificación anticipada, son difíciles de solucionar para continuar con el puntaje esperado. Esto ocurrió en Clínica Santa María, primeramente se buscó nivel Gold pero se obtuvo Silver, a diferencia de Centro Moneda que se quería obtener Certified pero se terminó logrando Gold. Esto muestra la importancia por parte de la constructora de planificar con anterioridad ciertas prácticas que se llevarán a cabo durante obra.

## **Recomendaciones**

En base al análisis de resultados y entorno a cómo se ha desenvuelto el mercado LEED® en nuestro país es que el autor desarrolla este siguiente cuerpo del documento, entregando recomendaciones de manera resumida a empresas constructoras que se adjudiquen proyectos en vías de certificación, con fines de mejoramiento en el trabajo a realizar. Se debe ser consciente que ninguna medida es estricta, pensando en que todos los proyectos de ingeniería son distintos y pueden presentar nuevas condiciones.

### **Recomendaciones generales**

#### I. Encargado LEED® de empresa constructora.

No se considera necesaria la contratación de una persona que tome las responsabilidades que implica la certificación, si no que se le encargue a un profesional de la oficina técnica con supervisión y apoyo del personal de calidad de la empresa constructora. Con ello debiese ser suficiente para poder manejar los criterios en conjunto a la empresa consultora.

#### II. Relación entre empresa constructora y empresa consultora.

Reuniones de seguimiento y control entre representante de empresa constructora y de empresa consultora cada dos semanas, las entregas por su parte de información LEED® deben ser semanales. En el caso que el encargado LEED® de la constructora sea de la oficina central de la empresa, se recomienda incluir al administrador de obra a las reuniones. Dudas de menor importancia realizarlas por llamadas telefónicas. Para modificaciones de diseño y/o imprevistos importantes recurrir a reuniones especiales en conjunto a mandante, arquitecto e ITO.

#### III. Compra de materiales, productos y artefactos.

Ser ordenados, rigurosos y comprometidos con documentar la información que se debe exigir a los proveedores, que servirá de respaldo para la empresa consultora y esta poder validar el cumplimiento del criterio sustentable.



## Recomendaciones particulares

El autor se basa en los prerrequisitos y créditos en los que considera que la empresa constructora tiene mayor actividad en la etapa de construcción, de acuerdo a la participación actual y nacional de cada uno de ellos, determinado en este estudio y un análisis personal, es que sugiere categorizar los siguientes ítems por importancia al momento de leer las recomendaciones.

Tabla 51: Categorización por importancia de criterios sustentables para recomendaciones.

Categoría	Razones generales	Ítems
De suma importancia	Dos prerrequisitos que son obligatorios en la certificación. Cumpliendo con lo esperado no debiera ser difícil obtenerlos y están presentes en la mayoría de proyectos por diseño.	A, B, C, D, E, F, G y H.
Menos importantes	Son más complicados de obtener. No siempre son alcanzables por las características del proyecto y el poco uso de ciertos materiales.	I y J.

### A. Prerrequisito 1 - Sitios sustentables: Prevención de la contaminación en las actividades de construcción.

Realizar el documento llamado Plan de Control de Erosión y Sedimentación (CES) que contenga el nombre, una pequeña descripción y una imagen referencial de las medidas de mitigación.

El Plan CES entonces debe controlar tres aspectos importantes:

- Control de partículas en suspensión: Considerar todas las medidas de mitigación descritas por la CChC en el capítulo “Emisiones a la atmósfera” de la Guía de Buenas Prácticas Ambientales para la Construcción (CChC, 2014).
- Control de erosión: En lo posible administrar una siembra temporal de gramíneas, un recubrimiento de capa orgánica como tierra vegetal, viruta de madera o grava en terreno expuesto a la erosión. Si la erosión mayormente es producto del viento administrar membranas geotextiles, si la provocan las aguas lluvia estabilizar el suelo a través de fijadores de suelo químico.

- Control de sedimentación: Si es necesario se debe construir diques de tierra que impidan el escurrimiento de aguas lluvia o mediante vallas de tela bajo pendientes filtrar los sedimentos.

**B. Prerrequisito 1 y Crédito 2 - Eficiencia de agua: Reducción del consumo de agua.**

En ausencia de las especificaciones técnicas (EETT) es posible cotizar artefactos como WC, urinarios, lavamanos, lavaplatos y cabezales de ducha de bajo consumo en las siguientes empresas nacionales:

*Tabla 62: Empresas nacionales con productos sanitarios de bajo consumo.*

Atika	Budnik Kohler	Cobra	CHC
Duomo	Fanaloza	FAS	MK
Nibsa	Sodimac	Stretto	Niagara

Además se debe considerar hacer uso de alternativas de artefactos de ahorro como urinarios secos y WC de doble descarga.

**C. Prerrequisito 1 - Energía y atmósfera: Puesta en marcha fundamental de los sistemas de energía del edificio.**

La empresa constructora debe facilitar, mediante la fase constructiva del proyecto, toda actividad relacionada a la puesta en marcha del sistema de energía en pos del buen trabajo de la autoridad de commissioning CxA. Se debe llevar una relación de colaboración con esta persona al igual como se debiese tener con el inspector técnico de obra (ITO) para mantener un avance continuo de trabajo y no obstaculizarlo por disputas entre la empresa constructora y el personal externo.

**D. Crédito 3.1 – Calidad del ambiente interior: Plan de gestión de calidad del ambiente interior – Durante la construcción.**

Realizar el documento llamado Plan de Gestión de la Calidad del Ambiente Interior (CAI) que contenga el nombre, una pequeña descripción y una imagen referencial de las medidas de mitigación.

El Plan CAI entonces debe controlar cinco aspectos importantes:

- Protección de los sistemas HVAC: Cotizar filtros MERV 8 en Soler & Palau para cubrir ductos y rejillas en el uso durante la construcción.
- Limpieza en el interior de la obra: Mantener adecuadas las condiciones de aseo interno de la obra. Elaborar y utilizar protocolo de aseo.
- Separar zonas de construcción a áreas ocupadas: Usar barreras temporales (malla tipo Raschel) para separar la construcción de áreas donde se habite durante la construcción.
- Mantener un adecuado acopio de material: Tener sectores de acopio de material, cubiertos y protegidos de la humedad, lejos de escorrentías de agua.
- Usar materiales con baja emisión de VOC.

E. Para los siguientes créditos existen varias estrategias para lograr el mismo objetivo, si el diseño opta por enfocarse en materiales con alto SRI, en el caso de 7.1 y 7.2 y de materiales con baja emisión de VOC, en el caso de 4.1 y 4.2 se recomienda ingresar a [www.portalverdechilegbc.cl](http://www.portalverdechilegbc.cl) para ubicar proveedores correspondientes. Si no fuera el caso, es necesario revisar en detalle la manera de abarcarlos y en los documentos entregados por ChileGBC presentados por categoría sustentable en la Tabla 2 de este ensayo.

**Crédito 7.1 - Sitios Sustentables: Efecto de isla calor – No techo (zonas descubiertas).**

**Crédito 7.2 - Sitios Sustentables: Efecto de isla calor – Techo.**

**Crédito 4.1 – Calidad del Ambiente Interior: Materiales de baja emisión – Adhesivos y sellantes.**

**Crédito 4.2 – Calidad del Ambiente Interior: Materiales de baja emisión – Pinturas y recubrimientos.**

**F. Crédito 5 – Materiales y recursos: Materiales regionales.**

Se debe pedir en ambos casos al proveedor una carta que certifica que la extracción, manufactura y elaboración del producto sea a menos de 804,6 [km] del sitio de construcción.

Se recomienda enfocar este crédito en dos principales materiales base de la construcción como lo son el acero y el hormigón. Para los proyectos de la Región Metropolitana o zona central de nuestro país se recomienda la empresa Gerdau Aza para el acero que proporciona un 85% de contenido regional. Para el hormigón se tiene empresas como Bío-Bío con su producto Readymix, Polpaico, BSA, Melón y Tecnomix con plantas dentro del área y en otras zonas de país por lo que habría que comunicarse directamente.

Se destaca a este crédito que en caso de lograr un 30% o más de materiales regionales es que se premia con 1 punto por categoría Innovación en Diseño.

#### **G. Crédito 5 – Materiales y recursos: Contenido de reciclados.**

Se debe pedir en ambos casos al proveedor una carta que certifica que la extracción, manufactura y elaboración del producto tenga al menos un 10% de materiales reciclados. Al igual que en el ítem anterior se recomienda usar acero Gerdau Aza que entrega un certificado con un 98% de sus productos de material reciclado.

Se destaca a este crédito que en caso de lograr un 30% o más de materiales reciclados es que se premia con 1 punto por categoría Innovación en Diseño.

#### **H. Crédito 2 – Materiales y recursos: Gestión de residuos de construcción.**

Se recomienda delegar las responsabilidades generales de este crédito a una empresa dedicada al retiro de escombros externa. Sin dejar de mantener un correcto procedimiento interno de trabajo con respecto a los desechos de la obra y así entregar la totalidad de residuos en contenedores de la empresa contratada.

La empresa Regemac tiene prestigio en el rubro y ha sido parte de muchos proyectos ya certificados, como alternativa se tiene a Nexoresiduos y Recupac.

Se destaca a este crédito que en caso de lograr un 95% o más de residuos que no terminen en vertederos es que se premia con 1 punto por categoría Innovación en Diseño.

**I. Crédito 3.1 (solo en NC) – Calidad del ambiente interior: Plan de gestión de calidad del ambiente interior – Antes de la ocupación.**

Se recomienda leer en profundidad el documento entregado por ChileGBC presentado, por categoría “Calidad del Ambiente Interior”, en la Tabla 2 de este ensayo. Así determinar la manera más conveniente de lograr este objetivo. Se debe entender que lleva un costo importante asociado a los equipos a utilizar además de un tiempo detenido de trabajos en obra que debe considerarse en la carta Gantt del proyecto.

- J. En el caso de que el proyecto presente en su diseño el uso de madera, madera compuesta, productos de fibras agrícolas o se pueda hacer uso de materiales alternativos como el bambú, corcho, linóleo, caucho natural, trigo, entre otros; se podrá acceder a los siguientes créditos:

**Crédito 6 (solo en NC) – Materiales y recursos: Materiales rápidamente renovables.**

En caso de que el diseño lo permita, optar por materiales de rápida renovación, como por ejemplo la madera de bambú demora en promedio 6 años a diferencia del pino que puede alcanzar los 30 años. Así mismo existen aislantes como el algodón y la lana natural donde sus ciclos de renovación no superan el año. El corcho y caucho natural proviene de árboles y plantas donde sus ciclos rondan los 8 y 9 años. Así mismo se puede identificar ciertos materiales que ayudan a obtener este criterio. Se recomienda tomar atención en el linóleo para la elaboración de pisos, cuyo ciclo de renovación corresponde a un año.

Se destaca a este crédito que en caso de lograr un 5% o más de materiales rápidamente renovables es que se premia con 1 punto por categoría Innovación en Diseño.

**Crédito 6 (en CS) y 7 (en NC) – Materiales y recursos: Madera certificada.**

Cuando exista el uso de madera a lo largo de la obra se debe optar por empresas con productos certificados. En la página de FSC Chile (<https://cl.fsc.org/es-cl>) se puede buscar un documento llamado "Empresas Certificadas FSC FM/COC Mayo 2014" donde aparecen empresas nacionales certificadas, así también en el documento entregado por ChileGBC "Materiales y recursos".

Se destaca a este crédito que en caso de lograr un 95% o más de madera certificada es que se premia con 1 punto por categoría Innovación en Diseño.

**Crédito 4.4 – Calidad del ambiente interior: Madera compuesta y productos de agrofibras.**

Se debe revisar con detalle el documento entregado por ChileGBC presentado, por categoría "Materiales y recursos" para los dos primeros créditos y "Calidad del Ambiente interior" para el último caso, en la Tabla 2 de este documento.

# Conclusiones

## Contribución al conocimiento

Se realiza un trabajo de investigación para obtener resultados de la misma forma que (Korkmaz, Riley, & Horman, 2010) en su estudio para determinar un conjunto de medidas que se pueden utilizar para evaluar los proyectos de construcción sustentable, mediante una encuesta (ver *Anexo 5*). Sin embargo, el autor propone hacerlo con un enfoque más acotado. Hacia ciertos criterios sustentables que están en directa relación a la etapa constructiva del proyecto y a la responsabilidad de la empresa constructora. A la relación de trabajo entre empresa constructora y consultora, como también al aprendizaje por parte de las constructoras de requerimientos sustentables y su visión frente al tema.

En suma a esto, el estudio en todos sus puntos de vista se refiere a la situación del mercado sustentable y la certificación LEED®, de manera actual y nacional. Esto crea un valor de referencia frente al tema e información con la cual poder entender y mejorar varias de las situaciones que ocurren en proyectos en vías de un camino sustentable.

Los resultados prácticos son descritos para cada caso de estudio de modo individual en todos los temas de interés. Frente a esto es que el autor presenta un capítulo de análisis de resultados donde se logra integrar esta información mediante una categorización de elementos que refleja una tabla de fácil lectura para poder comprender la situación actual y nacional frente a la certificación y sus créditos. Para luego analizar en particular estos criterios, entender su nivel de dificultad y relacionar algunos a la oferta del mercado chileno.

Finalmente se presenta un capítulo de recomendaciones, a modo de resumen del análisis ya mencionado para presentar a las empresas constructoras, basado en todo el trabajo de investigación y cubriendo aquellas necesidades presentes en orden de importancia.

Se denota como aporte al conocimiento la visión y el desarrollo de la encuesta, sus resultados, el análisis de estos y el documento de recomendaciones.

## Valor práctico

Si bien es sabido la construcción sustentable llegó para quedarse y los últimos años ha tenido una evolución importante en nuestro país, es que a los profesionales, que representan en obra a las empresas constructoras, aún les falta largo camino por recorrer. Siendo LEED® la certificación sustentable más reconocida y operada en nuestro país es que son un grupo reducido de personas las que tienen conocimiento de esta. Las empresas consultoras son indispensables en el proceso de certificación y es su personal el que dirige el camino a las empresas constructoras.

Actualmente el mercado nacional de productos, materiales y artefactos usados en la construcción ha evolucionado de manera que se tiene una amplia gama de proveedores y productos que contengan los requerimientos sustentables necesarios para satisfacer las consideraciones de la certificación LEED®.

Varias empresas se preocupan de mantener un buen nivel de calidad en el servicio que entregan, siendo parte de programas de trabajo, buscando sellos y certificados de instituciones y empresas dedicadas a mejorar la calidad y el desempeño empresarial en pos a una colaboración con el medio ambiente y el ámbito social. Solamente en esta investigación, cuyo trabajo directo fue con cuatro empresas constructoras, se pudo reconocer el interés que existe por diferenciarse de sus pares mediante estos reconocimientos. Se destaca el programa “Buenas Prácticas Ambientales” de la CChC de carácter voluntario y preventivo, que a opinión del autor se debiese trabajar para acercar a todas las empresas a ser uso de esta herramienta con el fin de que un día sea de carácter obligatorio.

De acuerdo a un análisis general de las capacidades y la disposición de las empresas constructoras frente a lograr un mayor trabajo sustentable se concluye que enfrentarse a un proyecto con distintas especificaciones técnicas y procedimientos de trabajo especiales debido a la certificación LEED® será un inconveniente solamente cuando no exista un previo estudio del proyecto y sus cualidades sustentables. Para evitar esto es que se debe buscar un trabajo



integrado por parte del mandante, arquitectos, empresa consultora LEED®, ITO, profesionales de especialidades y la empresa constructora. Idealmente que este trabajo comience en una etapa temprana del proyecto como lo es la de diseño, tal cual se logró hacer en la obra del Edificio Médico Clínica Santa María. Es justamente esto lo que se busca de gran manera en la última versión de la certificación LEED® que pronto comenzará a desplazar a la actual versión v2009.

Respondiendo a las hipótesis presentadas al comienzo del estudio:

- I. Se tendrán efectos positivos para el desarrollo de una obra de construcción de características LEED® si se tiene un procedimiento más claro de la forma de trabajo entre empresa consultora y constructora de un proyecto.

No es correcto referirse a un procedimiento como tal, entre ambos agentes presentes en un proyecto, sino más bien los efectos serán mejores mientras la empresa constructora tenga su rol claro frente al proceso y así pueda solucionar muchos problemas de manera intuitiva, con conocimiento previo y de forma independiente. Tener una filosofía empresarial en pos al mejoramiento del trabajo interno en obra mediante medidas como las presentadas por la CChC logrará estos propósitos y acercará de manera natural a obtener mejores resultados en proyectos sustentables y con características LEED®.

- II. Se podrá obtener una mayor cantidad de puntos de certificación teniendo en cuenta buenas prácticas durante la fase de construcción de los proyectos LEED®. Conllevando mayores niveles de certificación, es decir, posicionando a nuestro país en mejores condiciones para el desarrollo de la construcción sustentable.

Es difícil asegurar y condicionar a un proyecto a cierta cantidad de puntos de acuerdo al trabajo proyectado, pero si es posible tener una planificación frente a los criterios esperados a obtener y así dominar cualquier imprevisto que pueda suceder, acercando de manera sustancial al proyecto a un nivel de certificación

esperado. Lo ideal es poder implementar todas las estrategias que estén al alcance para no contentarse con un nivel de certificación bajo si no apuntar a lo más alto posible. Todo esto se hace mucho más simple cuando existe una filosofía de trabajo colaborativo, como lo plantea el *proceso de diseño integrado*.

## **Mirada al futuro**

Como resolución del trabajo presentado el autor analiza el camino que han adoptado las certificaciones sustentables en nuestro país como un modelo de negocio positivo para las prácticas constructivas y la preocupación por las empresas constructoras en adoptar medidas de mitigación en sus proyectos, además de contribuir al movimiento del mercado de artefactos, materiales y productos más eficientes y que conlleven a un menor impacto medioambiental.

A modo de opinión personal y considerando que la certificación líder actualmente en Chile ha mantenido un alza a través de los años pero que no ha sido tan explosiva como los primeros, es que no se espera que el mercado en un corto plazo vea las construcciones sustentables como una necesidad ni mucho menos que la tendencia a estos proyectos regulen precios. En Chile más bien seguirá siendo un negocio innovador y de lujo para los mandantes.

La creación de la CES debe ser aprovechada y potenciada para acercar a la construcción nacional a un camino sustentable más local y expedito, buscando el desarrollo de la certificación a exigencias particulares de nuestra zona y abarcando varios tipos de construcción. Actualmente en Chile se tiene proyectos inscritos LEED® para tipos de nuevas construcciones, construcciones existentes, núcleo y envolvente, colegios, casas y de retail. El autor espera que el enfoque nacional busque certificar proyectos relacionados a la minería, salud y civiles, además de edificios comerciales, residenciales y de educación, como se ha desenvuelto el mercado hasta ahora.

En base a que el trabajo investigativo tuvo como principal arista el proceso constructivo en términos sustentables, por sobre al diseño del proyecto, es que se enfatiza en la necesidad de seguir impulsando a las empresas constructoras

a adoptar buenas prácticas en obra, no solo en proyectos ligados a la sustentabilidad si no a una filosofía empresarial a nivel general.

## **Sugerencias a investigaciones futuras**

De acuerdo al alcance propuesto por el autor en este trabajo es que existen puntos a considerar para un eventual estudio del mismo tema en el futuro.

- Los proyectos inscritos desde octubre del 2016 corresponderán a la cuarta versión v4, profundizando el trabajo colaborativo entre agentes del proyecto. Este punto tan importante y parte de la conclusión de este trabajo es que se debiese analizar. Reconocer las medidas adoptadas por los proyectos que implementen el *proceso de diseño integrado* y hacer una comparación con el trabajo realizado en proyectos v2009.
- Las categorías de certificación LEED® abarcan muchos criterios sustentables que se pueden realizar para todo tipo de proyectos de construcción, esto crea una necesidad de estudiar el enfoque nacional frente a certificaciones sustentables y su aplicación a proyectos civiles, mineros, públicos, de salud, entre otros.
- Es necesario estudiar la normativa nacional frente a los criterios sustentables ligados a la etapa constructiva, hacer una comparación con las exigencias de la certificación LEED® y a su vez de los programas voluntarios existentes, como el mencionado de la CChC. En lo posible conocer la evolución de la normativa nacional e intentar mejorarla aumentando las exigencias medioambientales con un buen criterio en base a las necesidades y situación actual presentes en nuestro país.

## Bibliografía

- Casas, P. (2013). *Análisis y recomendaciones para una construcción sustentable en edificios en general*. Valdivia.
- CChC, C. d. (2014). *Guía de buenas prácticas ambientales para la construcción*.
- ChileGBC. (2011). *Documento de Análisis LEED®, Ahorro en el Uso del Agua*. Santiago de Chile.
- ChileGBC. (2011). *Documento de Análisis LEED®, Materiales y Recursos*. Santiago de Chile.
- ChileGBC. (2012). *Documento de Análisis LEED®, Calidad del Ambiente Interior*. Santiago de Chile.
- ChileGBC. (2012). *Documento de Análisis LEED®, Energía y Atmósfera*. Santiago de Chile.
- ChileGBC. (2012). *Documento de Análisis LEED®, Sitios Sustentables*. Santiago de Chile.
- ChileGBC. (Diciembre de 2013). La historia de la certificación LEED® USGBC. *Anuario ChileGBC, segunda edición*.
- ChileGBC. (2014). Certificación Edificio Sustentable, sus avances y desafíos. *Anuario ChileGBC*, págs. 59 - 61.
- Elkington, J. (1997). *Cannibals with Forks: the Triple Bottom Line of 21st Century Business*.
- Fischer, M. (2006). En *Formalizing Construction Knowledge for Concurrent Performance-based Design* (págs. 186-205).
- Holloway, S., & Parrish, K. (2013). The contractors self-perceived role in sustainable construction. En *Proceedings IGLC-21* (págs. 905 - 914). Fortaleza, Brazil.
- Korkmaz, L., Riley, D., & Horman, M. (2010). Piloting evaluation metrics for sustainable high-performance building project delivery. En *Journal of construction engineering and management* (págs. 877-885).
- Mathur, V.N., Price, A.D.F., & Austin, S. (2008). Conceptualizing stakeholder engagement in the context of sustainability and its assessment. En *Construction management and economics* (págs. 601-609).
- Mayorga, C. (31 de Agosto de 2015). Construcción sustentable. *La Segunda*, pág. <http://impresa.lasegunda.com/2015/08/31/A/012OSFMR>.
- Tan, Y., Shen, L., & Yao, H. (2011). Sustainable construction practice and contractors competitiveness: A preliminary study. En *Habitat international* (págs. 225-230).

# Anexos

## Anexo 1

Evolución créditos, puntos, categorías y niveles en cada versión de LEED®.

	Versión	1.0 (piloto 1999)	Versión	2.0 (jul. 2000), 2.1 (nov. 2002) y 2.2 (oct. 2005)	2.0 (jul. 2006)	Versión	3.0 o V2009 (nov. 2008)	3.0 o V2009 (nov. 2008)	Versión	4.0 (nov. 2013)	4.0 (nov. 2013)
		NC		NC	CS		NC	CS		BD+C NC	BD+C CS
Créditos	Totales + bono	44+6	Totales + bono	64+5	56+5	Totales + bono	100+10	100+10	Totales + bono	100+10	100+10
Nivel	Bronce	22 - 26	Certificado	26 - 32	23 - 27	Certificado	40 - 49	40 - 49	Certificado	40 - 49	40 - 49
	Plata	27 - 30	Plata	33 - 38	28 - 33	Plata	50 - 59	50 - 59	Plata	50 - 59	50 - 59
	Oro	31 - 35	Oro	39 - 51	34 - 44	Oro	60 - 79	60 - 79	Oro	60 - 79	60 - 79
	Platino	36 - 50	Platino	52 - 69	45 - 61	Platino	80 - 110	80 - 110	Platino	80 - 110	80 - 110
Categorías	Sitios Sustentables	9+2	Sitios Sustentables	14	15	Sitios Sustentables	26	28	Sitios Sustentables	10	11
	Eficiencia en el Uso de Agua	6+2	Eficiencia en el Uso de Agua	5	5	Eficiencia en el Uso de Agua	10	10	Eficiencia en el Uso de Agua	11	11
	Energía y Atmósfera	10+1	Energía y Atmósfera	17	14	Energía y Atmósfera	35	37	Energía y Atmósfera	33	33
	Materiales y Recursos	12	Materiales y Recursos	13	11	Materiales y Recursos	14	13	Materiales y Recursos	13	14
	Calidad del Aire y el Ambiente Interior	7	Calidad del Aire y el Ambiente Interior	15	11	Calidad del Aire y el Ambiente Interior	15	12	Calidad del Aire y el Ambiente Interior	16	10
	Innovación y Diseño	+1	Innovación y Diseño	+5	+5	Innovación y Diseño	+6	+6	Innovación y Diseño	+6	+6
						Prioridad Regional	+4	+4	Prioridad regional	+4	+4
									Localización y Transporte	16	20
								Proceso Integrado	1	1	

## Anexo 2

Descripción de prerrequisitos para certificación tipo New Construction, versión 3 o v2009. Creación propia en base a documento LEED 2009 for New Construction and Major Renovations Rating System de la USGBC.

<b>New Construction o nueva construcción / Core &amp; Shell o Núcleo y envolvente</b>	
<b>Sitios sustentables</b>	
<b>1</b>	Prevención de la contaminación en las actividades de construcción
<b>Eficiencia de agua</b>	
<b>1</b>	Reducción del consumo de agua
<b>Energía y atmósfera</b>	
<b>1</b>	Puesta en marcha fundamental de los sistemas de energía del edificio
<b>2</b>	Mínimo desempeño energético
<b>3</b>	Gestión de refrigerantes fundamental
<b>Materiales y recursos</b>	

<b>1</b>	Almacenamiento y acumulación de reciclables
<b>Calidad de aire interior</b>	
<b>1</b>	Mínimo desempeño de calidad de aire interior
<b>2</b>	Control del humo de tabaco
<b>Innovación en diseño</b>	
<b>Prioridad regional</b>	

### Anexo 3

Descripción de créditos para certificación tipo New Construction, versión 3 o v2009, contabilizando los puntos posibles a obtener. Creación propia en base a documento LEED 2009 for New Construction and Major Renovations Rating System de la USGBC.

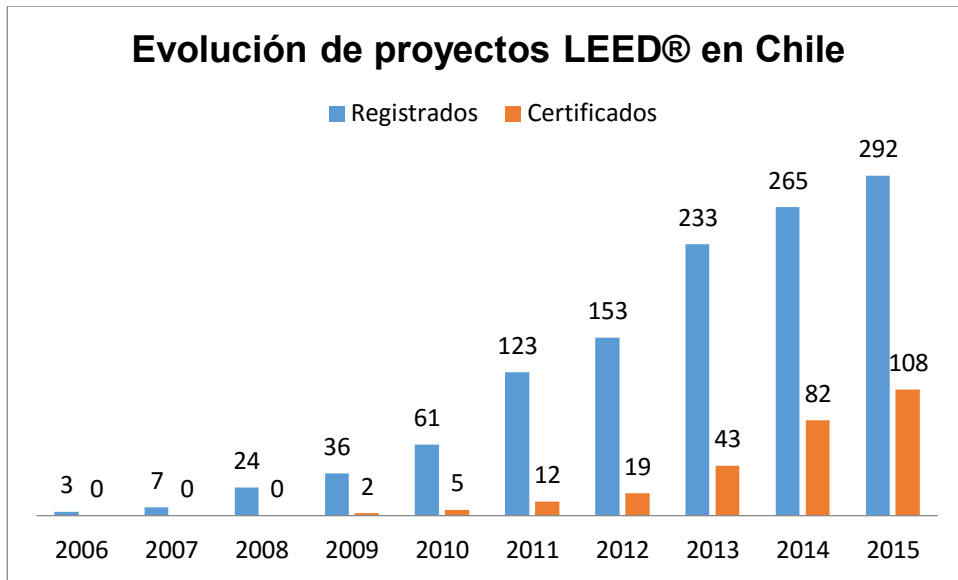
<b>New Construction o Nueva construcción</b>		
<b>Sitios sustentables</b>		<b>Puntos</b>
<b>1</b>	Selección de sitio	<b>1</b>
<b>2</b>	Densidad del desarrollo y conectividad de la comunidad	<b>5</b>
<b>3</b>	Redesarrollo de suelos industriales contaminados	<b>1</b>
<b>4.1</b>	Transporte alternativo - Acceso al transporte público	<b>6</b>
<b>4.2</b>	Transporte alternativo - Almacenamiento de bicicletas y vestuarios	<b>1</b>
<b>4.3</b>	Transporte alternativo - Vehículos de baja emisión y bajo consumo de combustible	<b>3</b>
<b>4.4</b>	Transporte alternativo - Capacidad de estacionamientos	<b>2</b>
<b>5.1</b>	Desarrollo de sitios - Proteger o restaurar el hábitat	<b>1</b>
<b>5.2</b>	Desarrollo de sitios - maximizar el espacio abierto	<b>1</b>
<b>6.1</b>	Diseño de escorrentía - Control de cantidad	<b>1</b>
<b>6.2</b>	Diseño de escorrentía - Control de calidad	<b>1</b>
<b>7.1</b>	Efecto de isla de calor - No techo	<b>1</b>
<b>7.2</b>	Efecto de isla de calor - Techo	<b>1</b>
<b>8</b>	Reducción de la contaminación lumínica	<b>1</b>
<b>Total posibles</b>		<b>26</b>
<b>Eficiencia de agua</b>		<b>Puntos</b>
<b>1</b>	Jardinería eficiente en agua	<b>2 a 4</b>
<b>2</b>	tecnologías innovadoras en aguas residuales	<b>2</b>
<b>3</b>	Reducción del consumo de agua	<b>2 a 4</b>
<b>Total posibles</b>		<b>10</b>
<b>Energía y atmósfera</b>		<b>Puntos</b>
<b>1</b>	Optimización del desempeño energético	<b>1 a 19</b>
<b>2</b>	Energía renovable in-situ	<b>1 a 7</b>
<b>3</b>	Puesta en marcha mejorada	<b>2</b>
<b>4</b>	Gestión de refrigerantes mejorada	<b>2</b>

5	Medición y verificación	3
6	Energía verde	2
<b>Total posibles</b>		<b>35</b>
<b>Materiales y recursos</b>		<b>Puntos</b>
1.1	Reutilización de paredes, suelos y techos existentes	1 a 3
1.2	Reutilización de elementos interiores no estructurales	1
2	Gestión de residuos de construcción	1 a 2
3	Reutilización de materiales	1 a 2
4	Contenido de reciclados	1 a 2
5	Materiales regionales	1 a 2
6	Materiales rápidamente renovables	1
7	Madera certificada	1
<b>Total posibles</b>		<b>14</b>
<b>Calidad de ambiente interior</b>		<b>Puntos</b>
1	Monitorización de la entrada de aire exterior	1
2	Aumento de ventilación	1
3.1	Plan de gestión de calidad de aire interior en construcción - Durante la construcción	1
3.2	Plan de gestión de calidad de aire interior en construcción - Antes de la ocupación	1
4.1	Materiales de baja emisión - Adhesivos y sellantes	1
4.2	Materiales de baja emisión - Pinturas y recubrimientos	1
4.3	Materiales de baja emisión - Sistemas de suelos	1
4.4	Materiales de baja emisión - Madera compuesta y productos de agrofibras	1
5	Control de fuentes contaminantes y productos químicos interiores	1
6.1	Capacidad de control de los sistemas - Iluminación	1
6.2	Capacidad de control de los sistemas - Confort térmico	1
7.1	Confort térmico - Diseño	1
7.2	Confort térmico - Verificación	1
8.1	Luz natural y vistas - Luz natural	1
8.2	Luz natural y vistas - Vistas	1
<b>Total posibles</b>		<b>15</b>
<b>Innovación en diseño</b>		<b>Puntos</b>
1	Innovación en diseño	1 a 5
2	Profesional acreditado LEED®	1
<b>Total posibles</b>		<b>6</b>
<b>Prioridad regional</b>		<b>Puntos</b>

<b>1</b> Prioridad regional	<b>1 a 4</b>
<b>Total posibles</b>	<b>4</b>
<b>Total posibles general</b>	<b>110</b>

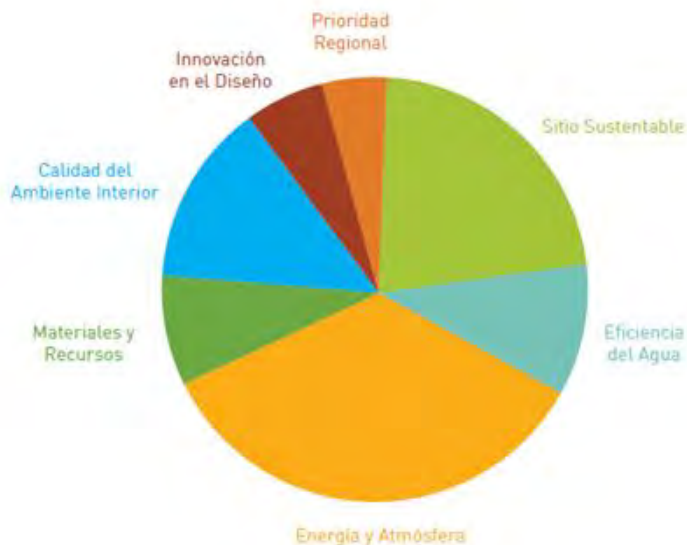
## Anexo 4

Cantidad de proyectos registrados y certificados cada año en nuestro país. Es un gráfico estimativo dado que los datos pertenecen a una fecha distinta cada año pero todos corresponden al último trimestre.



## Anexo 5

Gráfico torta que muestra las categorías o áreas de análisis de criterios LEED® y una aproximación de su participación con respecto a cantidad de créditos.





## Anexo 6



UNIVERSIDAD NACIONAL ANDRÉS BELLO

Facultad de Ingeniería

Carrera Ingeniería Civil

### Constructora (proyecto certificado LEED® v2009)

Nombre		
E-mail		
Título profesional		
Cargo en proyecto		
Empresa		
Proyecto		
Consultora LEED®		
Certificación:	<input type="radio"/> Certified <input type="radio"/> Silver <input type="radio"/> Gold <input type="radio"/> Platinum	Sitios sustentables (26) = 21 Eficiencia de agua (10) = 8 Energía y atmósfera (35) = 6 Materiales y recursos (14) = 3 Calidad de ambiente interior (15) = 5 Innovación y proceso de diseño (6) = 4 Créditos de prioridad regional (4) = 3

1. ¿El equipo en obra mantuvo constante relación con la empresa consultora?
2. Para obtener el Prerrequisito SS1: Prevención de la contaminación en las actividades de construcción. ¿Cómo se desarrolló el Plan de Control de Erosión y Sedimentación?
3. Para los créditos de Calidad de Aire Interior 3.1 y 3.2 ¿Se realizó o se sugirió realizar algún plan de gestión de calidad del aire durante las fases de construcción y pre-ocupación?
4. Para el crédito MR2: Manejo de residuos de construcción. ¿Se implementó un plan de gestión de residuos o se contrató a una empresa externa para el manejo de éstos?
5. ¿Cómo fue el trabajo con el profesional de Commissioning?
6. ¿Cuál es su experiencia respecto de las compras de materiales asociadas a los criterios LEED®?
7. ¿Cuáles son los principales desafíos y oportunidades en la obtención de los criterios LEED®?
8. ¿Cuál es el aprendizaje de la empresa constructora frente a futuros proyectos LEED®?