Guía de Conceptos Básicos de Edificios verdes y LEED
(Core Concepts and LEED Guide)

SEGUNDA EDICIÓN
(SECOND EDITION)

Acuerdo de compra y autorización para usar la GUÍA DE CONCEPTOS BÁSICOS DE LEED® Y EDIFICIOS ECOLÓGICOS, segunda edición

El Consejo de la Construcción Ecológica de los Estados Unidos (U.S. Green Building Council, USGBC) dedicó tiempo y recursos considerables para elaborar esta guía y todas las publicaciones LEED™. Todas las publicaciones LEED están protegidas por leyes de derecho de autor y marca registrada en los Estados Unidos y en el extranjero. Su posesión de la Guía de conceptos básicos de LEED y edificios ecológicos, segunda edición (la "Guía"), constituye la propiedad de un objeto material y de ninguna manera constituye una transmisión de la propiedad ni derechos sobre los materiales protegidos por derechos de autor incluidos en dicha Guía. En consecuencia, la ley prohíbe participar en actividades que constituyan una infracción de los derechos exclusivos del USGBC.

El USGBC autoriza el uso individual y limitado de la Guía, sujeto a los términos y condiciones detalladas en el presente. A cambio de esta autorización limitada, el usuario acepta lo siguiente:

(1) Mantener todos los avisos de derecho de autor y otros avisos de propiedad exclusiva incluidos en la Guía.
(2) No vender ni modificar ninguna copia de la Guía de ninguna manera.
(3) No reproducir, exhibir ni distribuir esta Guía de ninguna manera con ningún fin público ni privado, incluida la exhibición en un sitio web o entorno de red.

El uso no autorizado de la Guía infringe los derechos de autor, marca registrada y otras leyes, y está prohibido.

El texto de los códigos, las normativas, las normas voluntarias federales y estatales, etc. reproducido en la Guía se usa con autorización del USGBC o, en algunos casos, es de dominio público. Los demás textos, gráficos, diseño y otros elementos de contenido de la Guía son propiedad del USGBC y están protegidos por leyes de derechos de autor de los Estados Unidos y otros países.

NOTA: PARA LAS DESCARGAS DE LA GUÍA:

Se prohíbe TERMINANTEMENTE la redistribución de la Guía en Internet, en cualquier otro entorno de red, en cualquier formato digital o de otra manera, incluso si se ofreciera sin cargo. LAS DESCARGAS DE LA GUÍA NO PUEDEN COPIARSE NI DISTRIBUIRSE. EL USUARIO DE LA GUÍA NO PUEDE ALTERAR, REDISTRIBUIR, CARGAR NI PUBLICAR ESTA GUÍA EN SU TOTALIDAD NI EN PATE, Y NO TIENE DERECHO A OTORGAR EN PRÉSTAMO NI VENDER NINGUNA COPIA DE LA DESCARGA A OTRAS PERSONAS. EL HACERLO CONSTITUYE UNA INFRACCIÓN AL DERECHO DE AUTOR DE LA GUÍA.

Exención de responsabilidades

Ninguna de las partes involucradas en la financiación o creación de la Guía, incluido el Consejo de la Construcción Ecológica de los Estados Unidos (USGBC), sus miembros, contratistas, afiliados o el gobierno de los Estados Unidos, asume ninguna responsabilidad

ante el usuario o un tercero por la precisión, integridad, o uso de la información incluida en la Guía o dependencia de ella. La Guía de estudio no está asociada con el Green Building Certification Institute (GBCI) ni es avalada por dicho organismo, y no garantiza el resultado exitoso de ningún examen mencionado en el presente o asociado con el GBCI o el USGBC. Si bien la información incluida en la Guía se considera confiable y precisa, la Guía se proporciona tal como está, sin garantías de ningún tipo, ya sean explícitas o implícitas, incluidas, entre otras, las garantías implícitas de comerciabilidad, las garantías de precisión o integridad de la información, las garantías de idoneidad o aptitud para un fin particular, o las garantías de titularidad o no incumplimiento, excepto si dichas exenciones se consideran no válidas. El uso de los conceptos, los ejemplos y la información contenida en la Guía corre por cuenta y riesgo del usuario.

Como condición de uso, el usuario acepta no demandar y acuerda liberar y eximir al Consejo de la Construcción Ecológica de los Estados Unidos (U.S. Green Building Council, Inc., USGBC), sus ejecutivos, directores y voluntarios de todas las reclamaciones, las demandas y los procedimientos judiciales por cualquier lesión, pérdida o daño (incluidos, entre otros, la imposibilidad de aprobar un examen del Green Building Certification Institute) que el usuario pudiera, ahora o de aquí en adelante, tener derecho a presentar contra dichas partes como resultado del uso o la dependencia de la Guía.

Publicado por:

U.S. Green Building Council
2101 L Street NW
Suite 500
Washington, DC 20037

Marca registrada

LEED® es una marca comercial registrada del Consejo de la Construcción Ecológica de los Estados Unidos.

ISBN: 978-1-932444-50-6

Equipo de proyecto

CTG Energetics, Inc.

Heather Joy Rosenberg, Directora
Karen Blust, Asesora de construcción ecológica
Natalie Bodenhamer, Asesora de construcción ecológica
Clare Jones, Analista de construcción ecológica
Lani Kalemba, Asesora de construcción ecológica
Joshua Joy Kamensky, Asesor
Joel Todd, Asesor ambiental

Equipo de revisión de la segunda edición de la guía

John Boecker, 7group
Nick Rajkovich, Universidad de Michigan
Kathy Roper, Instituto de Tecnología de Georgia
Chris Shaffner, The Green Engineer, LLP
Lynn Simon, Simon & Associates, Inc.

Personal del USGBC

Julia Feder, Directora de tecnología educativa
Karol Kaiser, Directora de desarrollo educativo
Jenny Poole, Gerente de medios de comunicación en educación
Jen Schill, Gerente de desarrollo educativo de LEED
Jacquelyn Erdman, Coordinadora del centro de conocimiento
Jacob Monroe, Coordinador de recursos educativos

CONTENIDO

IMAGINE 1

SECCIÓN 1. Introducción a las comunidades y los edificios ecológicos 3

El impacto ambiental de los edificios
¿Qué es un edificio ecológico?
El auge de la industria de la construcción ecológica
Edificios ecológicos y cambio climático
Los edificios ecológicos en el transcurso del tiempo
Los edificios ecológicos y su ubicación
Costos y ahorros de los edificios ecológicos
Más allá de lo ecológico
Experiencia en la construcción ecológica

SECCIÓN 2. Pensamiento sustentable 17

Razonamiento aplicado a sistemas
Enfoque del ciclo de vida
Proceso integrado

SECCIÓN 3. Poniendo en práctica el pensamiento sustentable: Nuevos procesos para la construcción ecológica 31

Para empezar
Cómo establecer un proceso iterativo
Selección del equipo
Fijación de objetivos
Observación del sistema
Exploración y selección de tecnologías y estrategias
Implementación
Desempeño constante

SECCIÓN 4. Conceptos básicos de los edificios ecológicos y estrategias de aplicación 49

Sitios sustentables
Eficiencia de agua
Energía y atmósfera
Materiales y recursos
Calidad ambiental interior
Innovación en diseño y operaciones

SECCIÓN 5. El Consejo de la Construcción Ecológica de los Estados Unidos y sus programas 87

Historia del USGBC
El USGBC hoy
Liderazgo en energía y diseño ambiental
Green Building Certification Institute

CONCLUSIÓN 99

APÉNDICE A: Recursos del USGBC y GBCI 101

APÉNDICE B: Información del estudio de caso 103

GLOSARIO 105

IMAGINE

Imagine levantarse una mañana cálida de primavera y decidir que es un día ideal para ir a trabajar en bicicleta. Fortalecido por el ejercicio de la mañana y deseoso de comenzar el día, se encamina hacia la oficina. A medida que atraviesa un área común, observa un grupo de colegas concentrados en una sesión de trabajo colaborativo. Están sentados alrededor de una magnífica mesa de roble hecha a mano por artesanos locales y fabricada totalmente en madera obtenida de un árbol que cayó naturalmente en un bosque cercano.

Imagine llegar a su escritorio y sentarse sin tocar un interruptor de luz: las enormes ventanas cercanas que van del suelo al techo proporcionan abundante luz natural de primavera y, si por la tarde se nubla, los sensores de su área de trabajo encenderán la iluminación superior hasta un nivel apropiado. Mientras tanto, su control personal de la temperatura en su área de trabajo le permite mantenerse en un ambiente cálido, incluso cuando su vecino, que tiene mayor tolerancia al frío, trabaja a una temperatura cómoda para él.

Imagine estar rodeado por elementos decorativos que evocan a la naturaleza y lo mantienen conectado con el mundo natural, incluso mientras está adentro. Imagine un jardín de hierbas en la cafetería de la oficina y una pantalla educativa en el vestíbulo de la oficina: recordatorios constantes para usted y los visitantes de la empresa de qué es lo que hace que el edificio sea tan especial.

E imagine salir de la oficina y descubrir que comenzó a llover. Pero no se preocupe, solo tiene que dar la vuelta a la esquina hasta alguna de las numerosas paradas de autobús cercanas. Coloca su bicicleta en el portabicicletas de la parte delantera del autobús y sube.

Se acomoda en su asiento al final de un día de mucho trabajo, sintiendo los efectos positivos de haber pasado el día en un entorno pleno de aire limpio, con una abundante exposición a la luz natural. Su mente está despejada y su energía y ánimo exultantes: sabe que su día de trabajo cuesta mucho menos energía y uso del agua de lo que costaría en un edificio tradicional.

Esto es lo que sentimos mis colegas y yo en la sede central del Consejo de la Construcción Ecológica de los EE. UU. LEED Platinum en Washington D.C. Lo mismo que sienten las miles de personas en todo el mundo que trabajan en un espacio de oficina certificado por LEED. Y si retoca los detalles, es lo mismo para todos los estudiantes del país que estudian en escuelas ecológicas y viven en residencias ecológicas, y para el número cada vez mayor de familias que viven en hogares ecológicos.

Ahora, imagine que el diseño, la construcción, la operación, la comercialización, el apoyo o la celebración de los edificios ecológicos fueran la base de su trabajo diario. Imagine ser un profesional de la construcción ecológica.

Con la *Guía de conceptos básicos de LEED y edificios ecológicos*, está en camino de convertirse en uno de esos profesionales. Esperamos que disfrute el viaje y estamos deseosos de conocer las innovaciones que aportará como integrante de la comunidad de la construcción ecológica.

Rick Fedrizzi
Presidente, Director ejecutivo y Presidente fundador
Consejo de la Construcción Ecológica de los Estados Unidos (U.S. Green Building Council)

SECCIÓN 1

INTRODUCCIÓN A LAS COMUNIDADES Y LOS EDIFICIOS ECOLÓGICOS

El entorno de construcción se encuentra a nuestro alrededor; brinda el lugar para todos los eventos, grandes o pequeños, de la vida. Independientemente de que lo notemos o no, el entorno de construcción juega un papel primordial en el entorno natural, el económico y el cultural. El entorno de construcción proporciona un contexto para enfrentar y abordar los desafíos contemporáneos más importantes de la humanidad.

La construcción ecológica es fundamentalmente un proceso de mejora continua. Es un proceso mediante el cual las "mejores prácticas" de hoy se convierten en las prácticas estándares del mañana, una base ascendente para lograr niveles de desempeño cada vez más altos. La construcción ecológica puede ayudarnos a crear comunidades más vitales, espacios interiores y exteriores más saludables, y conexiones más sólidas con la naturaleza. El movimiento de construcción ecológica se esfuerza por materializar un cambio permanente en las prácticas dominantes de diseño, planificación, construcción y operaciones para producir entornos de menor impacto, más sustentables y, en última instancia, de construcción regenerativa.

A los fines de esta guía, "entorno de construcción" se refiere a cualquier entorno creado por el hombre y que proporcione una estructura para la actividad humana. Estos entornos varían desde refugios y edificios individuales, hasta vecindarios y vastas áreas metropolitanas. Esta guía explica los motivos por los que debemos cambiar las prácticas de construcción tradicionales. Presenta los conceptos básicos de la construcción ecológica y ofrece un resumen de las estrategias de aplicación que lo ayudarán a convertirse en un participante más eficiente en el proceso de construcción ecológica.

El resto de esta sección de la guía plantea los fundamentos de los edificios ecológicos y el

concepto relacionado de sustentabilidad. Los conceptos básicos del pensamiento sustentable se exploran en la sección 2. La sección 3 analiza los componentes importantes del proceso de diseño y operación sustentables. La sección 4 revisa la aplicación de las tecnologías y estrategias ecológicas. La sección 5 ofrece más información sobre los programas del Consejo de la Construcción Ecológica de los Estados Unidos (USGBC), particularmente el sistema de certificación de Leadership in Energy and Environmental Design, (LEED). En el Apéndice se incluyen recursos adicionales y a través del USGBC se puede acceder a oportunidades educativas para respaldar su crecimiento y éxito como profesional de la construcción ecológica en usgbc.org/education.

EL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS EDIFICIOS

¿Por qué es necesaria la construcción ecológica? Los edificios y las comunidades, incluidos los recursos usados para crearlos y la energía, el agua y los materiales necesarios para operarlos, producen un efecto considerable en el entorno y la salud humana. En los Estados Unidos, los edificios son responsables de lo siguiente:

- El 14% del consumo de agua potable.[1]
- El 30% de la producción de desechos.
- El 40% del uso de materias primas.[2]
- El 38% de las emisiones de dióxido de carbono.
- El 24% al 50% del uso de la energía.
- El 72% del consumo de electricidad.[3]

El efecto acumulado de las prácticas convencionales en la industria de la construcción presenta profundas implicancias para la salud humana, el medio ambiente y la economía:

- La limpieza del terreno para el desarrollo a menudo destruye los hábitats de vida silvestre.
- La extracción, la fabricación y el transporte de materiales pueden contaminar el agua y el aire, liberar productos químicos tóxicos y emitir gases de efecto invernadero.
- Las operaciones de construcción requieren grandes aportes de energía y agua, y generan considerables corrientes de desechos.
- El transporte hacia y desde los edificios por parte de las personas que van a trabajar diariamente y los proveedores del servicio suma a los efectos ambientales nocivos asociados con el uso de vehículos, tales como el mayor consumo de energía y contaminación.

Al construir ecológicamente, podemos reducir el daño ambiental. En muchos casos, los edificios ecológicos incluso pueden mejorar el estado del medio ambiente y las personas que los usan.

1 J.F. Kenny, N.L. Barber, S.S. Hutson, K.S. Linsey, J.K. Lovelace, & M.A. Maupin. Uso estimado de agua en Estados Unidos en 2005: Circular 1344 de encuesta geológica de EE. UU., (2009).

2 D.M. Roodman & N. Lenssen "Una revolución en la construcción: Cómo la ecología y las cuestiones de salud están transformando la construcciones" (A Building Revolution: How Ecology and Health Concerns Are Transforming Construction) Worldwatch Paper 124 (Worldwatch Institute, 1995).

3 Administración de la información de energía, *Perspectiva de energía anual de EIA* (EIA, 2008).

Un estudio del New Buildings Institute descubrió que, en los edificios ecológicos, las intensidades del uso promedio de energía (energía consumida por unidad de superficie del suelo) son un 24% más bajas que en los edificios típicos.[4] Además, la Administración de Servicios Generales de EE. UU. realizó una encuesta con 12 edificios ecológicos de su cartera y detectó estos ahorros y mejoras:

- Un 26% menos de uso de energía.
- Niveles un 27% más altos de satisfacción de los ocupantes.
- Costos de mantenimiento un 13% más bajos.
- Emisiones un 33% más bajas de dióxido de carbono (CO_2).[5]

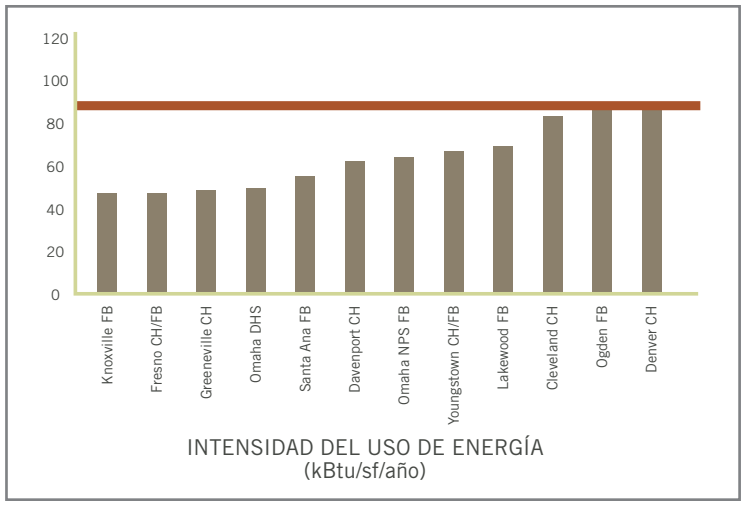


Figura 1.1. Intensidades de uso de energía para los edificios gubernamentales de EE. UU. diseñados de manera sustentables (Fuente: GSA 2008)
La barra roja indica la intensidad de uso de energía promedio a nivel nacional.

El estudio concluyó que los edificios ecológicos del gobierno federal superan los promedios nacionales en todas las áreas de desempeño medidas: energía, costos operativos, uso del agua, satisfacción de los ocupantes y emisiones de carbono. La agencia atribuyó este desempeño a un enfoque totalmente integrado hacia el diseño sustentable que abordaba los problemas ambientales, financieros y de satisfacción de los ocupantes. Este desempeño más alto se prolongará durante toda la vida útil de un edificio si las instalaciones también se operan y mantienen según estándares de sustentabilidad.

¿QUÉ ES LA CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICA?

La sustentabilidad no es un tratamiento o un producto de una sola vez. Por el contrario, la construcción ecológica es un proceso que se aplica a los edificios, los sitios, los interiores, las operaciones y las comunidades donde se ubican. El proceso de construcción ecológica fluye a través de todo el ciclo de vida de un proyecto, comenzando por el nacimiento de la idea del proyecto y continuando sin interrupción hasta que el proyecto alcanza el final de su vida útil y sus partes se reciclan o reutilizan.

En esta guía, el término **edificio ecológico** abarca la planificación, el diseño, la construcción, las operaciones y, en última instancia, el reciclado o la renovación de las estructuras al final de la vida útil. La construcción ecológica busca soluciones que representen un equilibrio dinámico y saludable entre los beneficios ambientales, sociales y económicos.

Sustentabilidad y "ecológico" a menudo se usan indistintamente y significan más que solo reducir el impacto ambiental. Sustentabilidad significa crear lugares que sean ambientalmente responsables, saludables, justos, equitativos y rentables. Hacer más ecológico el entorno de construcción significa aplicar una mirada holística a los sistemas naturales, humanos y económicos, y encontrar soluciones que favorezcan la calidad de vida de todos.

4 Turner, C. & Frankel, Desempeño energético de LEED® para nuevas construcciones (2008), http://www.newbuildings.org/sites/default/files/Energy_Performance_of_LEED-NC_Buildings-Final_3-4-08b.pdf.

5 Servicio de construcciones públicas, "Evaluación del desempeño de edificios ecológicos: Una evaluación posterior a la ocupación de 12 edificios GSA" (Assessing Green Building Performance: A Post Occupancy Evaluation of 12 GSA Buildings) (Administración general de servicios, 2008), http://www.gsa.gov/graphics/pbs/GSA_Assessing_Green_Full_Report.pdf.

La expresión **línea de base triple (Triple Bottom Line)** también se usa a menudo para referirse al concepto de sustentabilidad. El término fue acuñado por John Elkington, cofundador de la firma de consultoría para empresas SustainAbility, en su libro de 1998 *"Cannibals with Forks: the Triple Bottom Line of 21st Century Business"* (Caníbales con tenedores: la línea de base triple de los negocios del siglo XXI). El término, que primero se aplicó a las empresas con responsabilidad social, permite caracterizar cualquier tipo de proyecto en el entorno de la construcción. El concepto de línea de base triple incorpora una visión a largo plazo para evaluar los posibles efectos y las prácticas recomendadas de tres tipos de recursos:

- **Personas (capital social).** Todos los costos y beneficios para las personas que diseñan y construyen en la comunidad local, que viven y trabajan en ella y que la constituyen, y que se ven influenciados, directa o indirectamente, por un proyecto.
- **Planeta (capital natural).** Todos los costos y beneficios de un proyecto en el entorno natural, a nivel local y global.
- **Ganancia (capital económico).** Todos los costos y beneficios económicos de un proyecto para todas las partes interesadas (no solo el propietario del proyecto).

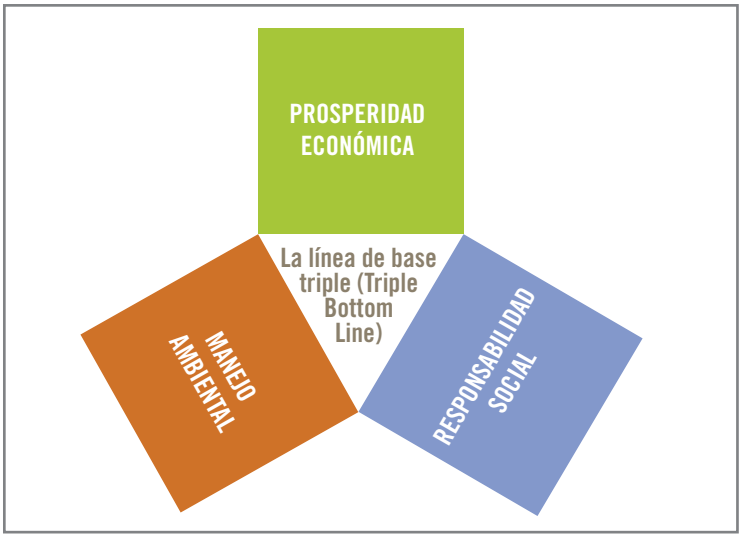


Figura 1.2. Línea de base triple (Triple Bottom Line)

El objetivo de la línea de base triple, en términos del entorno de construcción, es garantizar que los edificios y las comunidades creen valor para todas las partes interesadas, no solo para un grupo limitado. Por ejemplo, un edificio que hace uso eficiente de la energía y permite a los propietarios ahorrar dinero, pero enferma a los ocupantes, no es sustentable, ni tampoco un material que posee una pequeña huella de carbono pero se fabricó en un taller clandestino, ni tampoco un complejo ecológico que desplaza a las especies amenazadas o a los habitantes locales.

El compromiso con la línea de base triple significa un compromiso de ver más allá de lo establecido. Exige la consideración de comunidades y sistemas enteros, tanto a nivel local como en el resto del mundo. Se necesita investigar para determinar el impacto de un proyecto dado y encontrar nuevas soluciones que sean verdaderamente sustentables. Se necesitan nuevas herramientas y procesos para ayudar a que los proyectos alcancen soluciones integradoras, sinérgicas y sustentables.

La línea de base triple exige un cambio de perspectiva acerca de los costos y los beneficios de nuestras decisiones. Los economistas emplean el término **externalidades** para describir los costos o beneficios para las partes que no integran una transacción. Por ejemplo, el precio de compra de un automóvil no contempla el desgaste que tendrá en las carreteras públicas, ni la contaminación que liberará al medio ambiente. Para modificar el proceso de valoración a fin de contemplar dichas externalidades negativas, los profesionales de la construcción necesitan nuevas métricas. Los sistemas de clasificación y el proceso de construcción ecológica han comenzado a fomentar la cuantificación de las externalidades. El foco primero apuntó a las métricas ambientales, pero la lista se está ampliando para incluir indicadores de justicia social y salud pública.

Hacer que los edificios sean más saludables, más cómodos y más propiciadores de la productividad para sus ocupantes posee una significancia especial según los estudios realizados por la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (Environmental Protection Agency, EPA), que descubrió que los estadounidenses, en promedio, pasan el 90% del tiempo en espacios cerrados.[6] Los ocupantes de edificios ecológicos generalmente están expuestos a niveles mucho más bajos de contaminantes interiores y poseen una satisfacción considerablemente mayor con la calidad del aire y la iluminación que los ocupantes de los edificios convencionales. La investigación realizada en la Universidad Carnegie Mellon demuestra que estos beneficios pueden traducirse en un 2% a un 16% de aumento de la productividad de trabajadores y estudiantes. Incluso los pequeños incrementos de la productividad pueden aumentar notablemente el valor de un edificio.[7]

EL AUGE DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICA

Muchos de los elementos de la construcción ecológica no son nuevos ni originales. Antes de la disponibilidad generalizada de los combustibles fósiles económicos para el uso de energía y transporte, los constructores comprendieron los principios del **diseño pasivo**, es decir, captar la luz solar y el viento para proporcionar iluminación, calefacción y refrigeración natural. De muchas maneras, la construcción ecológica representa una vuelta a las soluciones más simples, de baja tecnología. Al mismo tiempo, actualmente existen numerosas estrategias disponibles para mejorar el desempeño del entorno de construcción. La construcción ecológica se trata de encontrar la mejor combinación de soluciones para crear entornos de construcción que integren sin fisuras lo mejor de lo antiguo y lo nuevo de maneras inteligentes y creativas.

El USGBC se formó en 1992, un momento en que el área comenzaba a definirse para promover y fomentar la construcción ecológica. La comunidad del USGBC, una organización conformada por miembros, agrupa a cientos de miles de personas. La misión del USGBC es "transformar la manera en que los edificios y las comunidades se diseñan, construyen y operan, lo que permite un entorno ambiental y socialmente responsable, saludable y próspero que mejore la calidad de vida".[8] El USGBC respalda el logro de esta misión a través de programas educativos, de defensa e investigación, y una amplia red de divisiones locales, y el sistema de clasificación de **Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)**.

La Fundación de la Bahía de Chesapeake (The Chesapeake Bay Foundation), una organización de educación, restauración y defensa del medio ambiente, tiene su sede central en Annapolis, Maryland. Crédito de la foto: Robb Williamson

Poco tiempo después de fundarse, el USGBC comenzó a desarrollar LEED para calificar y certificar la sustentabilidad de los edificios de los Estados Unidos. Los expertos identificaron las características y los niveles de desempeño que contribuyeron con la definición de edificio ecológico. El primer sistema de clasificación de edificios ecológicos LEED se lanzó en 1999. En

6 Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (U.S. Environmental Protection Agency), Informe para el congreso sobre la calidad del aire interior, volumen 2, EPA/400/1-89/001C (EPA, 1989).

7 V. Loftness, V. Hartkopf, B. Gurtekin y Y. Hua, "Soporte para la toma de decisiones sobre inversiones en construcción (Building Investment Decision Support, BIDS™): Herramienta rentable para promover componentes de alto desempeño, infraestructuras flexibles e integración de sistemas para edificios comerciales y organizaciones productivas sustentables" (Cost-Benefit Tool to Promote High Performance Components, Flexible Infrastructures and Systems Integration for Sustainable Commercial Buildings and Productive Organizations), informe sobre investigación universitaria (AIA, 2005).

8 Consejo de la Construcción Ecológica de los Estados Unidos (U.S. Green Building Council), Plan estratégico 2009–2013 (USGBC, 2008).

la década siguiente, LEED se amplió para incluir sistemas para clasificar el ciclo de vida completo del entorno de construcción, incluida la planificación del uso de la tierra y operaciones de diseño integral. Ahora brinda sistemas de clasificación para una amplia variedad de edificios, tales como oficinas, escuelas, establecimientos de venta minorista, viviendas y vecindarios.

La tendencia hacia las prácticas de construcción ecológica en los Estados Unidos se ha acelerado en la década anterior, lo que contribuyó a una transformación del mercado de los productos y servicios de construcción, además de la demanda de profesionales calificados. A medida que haya más tecnologías y productos ecológicos disponibles, más común se volverá la construcción ecológica.

Los gobiernos federales, estatales y locales están entre los que adoptan las políticas y prácticas de la construcción ecológica. Por ejemplo, la Administración de Servicios Generales de EE. UU. exige que todos los proyectos de construcción y las renovaciones importantes del gobierno federal obtengan la certificación de conformidad con el sistema de clasificación LEED, y promueve la obtención de al menos la certificación Plata por parte de los proyectos.[9] Cada vez más organismos gubernamentales, empresas de servicios públicos y fabricantes ofrecen incentivos a desarrolladores y propietarios para mejorar el desempeño ambiental de sus edificios. El objetivo de LEED es la transformación del mercado (fundamentalmente, cambiar la manera en que diseñamos, construimos y operamos los edificios y las comunidades) a través de niveles de certificación que reflejen los niveles de logros en áreas tales como ahorro de energía, eficiencia en el uso del agua, reducción de las emisiones de CO_2, calidad mejorada del ambiente interior y administración de recursos.

LEED se aplica a una amplia gama de edificios comerciales, además de estructuras residenciales. Aborda el ciclo de vida completo del edificio, desde el diseño y la construcción hasta las operaciones y el mantenimiento, los acondicionamientos realizados por los inquilinos y las modernizaciones importantes. LEED para el desarrollo de vecindarios (LEED for Neighborhood Development) extiende los beneficios de los edificios ecológicos más allá de la huella de una estructura hacia la comunidad más amplia en la que está inserta. En la sección 5 se ofrece más información sobre el USGBC y LEED.

EDIFICIOS ECOLÓGICOS Y CAMBIO CLIMÁTICO

Si bien muchos impactos ambientales están asociados con edificios y son abordados por sistemas de clasificación como LEED; el cambio climático merece una consideración especial, ya que los edificios y el uso de la tierra son responsables de una gran proporción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Para ser efectivas, las políticas emergentes a nivel local, estatal y federal para regular las emisiones de gases de efecto invernadero deben reflejar una comprensión clara de la conexión entre el cambio climático y el entorno de construcción. Lamentablemente, esto no es suficiente

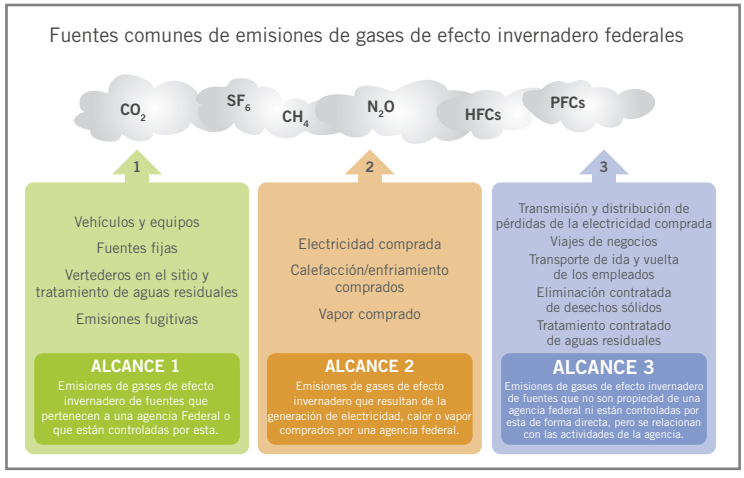


Figura 1.3. Fuentes comunes de emisiones de gases de efecto invernadero de las instalaciones Federales según lo invocado por la Orden ejecutiva 13514.

9 Administración general de servicios de EE. UU., Información de construcción de LEED (GSA, 2010), http://www.gsa.gov.

para que los edificios ecológicos reduzcan los efectos que los seres humanos producen en el clima. También debemos prepararnos para las consecuencias inevitables del cambio climático en nuestros hogares, comunidades y la sociedad en su conjunto. Un futuro con menos carbono no solo tendrá edificios de mayor rendimiento, sino que también necesitará comunidades de mayor desempeño.

El entorno de construcción, incluidos los edificios y sistemas de transporte, es responsable de más de dos tercios de todas las emisiones de gases de efecto invernadero.[10] Las emisiones de gases de efecto invernadero provienen de numerosos componentes del entorno construido, incluidos los sistemas de edificios y el uso de la energía, el transporte, el uso y el tratamiento del agua, el cambio de la cubierta terrestre, los materiales y la construcción. Al mejorar la eficiencia de los edificios y las comunidades, podemos reducir considerablemente las emisiones de gases de efecto invernadero.

Sin embargo, concentrarse en el diseño y la construcción de los edificios no logrará por sí solo la reducción de las emisiones que los científicos consideran que se necesita para mitigar el cambio climático. La ubicación de los edificios es igualmente importante. Por ejemplo, un edificio de oficinas típico de 135,000 pies cuadrados (12,540 metros cuadrados) en un suburbio será responsable de aproximadamente 8,375 toneladas (T) de carbono, u 11.8 T por persona. Debido a que este edificio se encuentra en los suburbios, las emisiones del transporte —personas que conducen hacia y desde el trabajo— conforman la mitad de las emisiones totales asociadas con el proyecto.

Figura 1.4. Ubicación del edificio sin infraestructura de soporte y servicios

Cuando el mismo edificio se traslada a una ubicación accesible a través del transporte público, en bicicleta o caminando, las emisiones totales se reducen. Las emisiones del transporte son mucho menores y la cantidad relativa de los sistemas de los edificios aumenta.

Cuando el edificio está diseñado y mantenido como edificio ecológico con un mejor desempeño de agua y energía, las emisiones totales se reducen a 3,233 T, o 4.6 T por persona. Este ejemplo demuestra el importante vínculo entre los edificios y el uso de la tierra, y la necesidad de abordar ambos aspectos para alcanzar reducciones significativas en las emisiones de gases de efecto invernadero.

Figura 1.5. Ubicación del edificio con infraestructura y servicios

10 Administración de la información de energía, *Perspectiva de energía anual 2008* (EIA, 2008), http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/pdf/0383(2008).pdf.

Las emisiones de carbono proporcionan una métrica útil para muchos aspectos de los edificios ecológicos y las comunidades, lo que incluye la energía, el agua, los desechos sólidos, los materiales y el transporte. Pero un edificio ecológico implica más que la reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero. Es importante también establecer objetivos para otros problemas, tales como la calidad del aire interior, la salud de las comunidades y la protección del hábitat. Este proceso integral de fijación de objetivos impulsa programas y políticas que conducirán al desarrollo de comunidades sustentables. El proceso de fijación de objetivos se analizará en la sección 3.

CONSUMO DE ENERGÍA: OPERACIONES FRENTE A TRANSPORTE ASOCIADO AL EDIFICIO

Para un edificio de oficinas promedio en los Estados Unidos, los trabajadores que viajan hacia y desde el edificio consumen un 30% más de energía de la que consume el edificio para su calefacción, refrigeración, iluminación y otros usos. Incluso en el caso de un edificio de oficinas construido según códigos de energía modernos (ASHRAE 90.1–2004), las personas que viajan hacia y desde el edificio consumen más del doble de energía que el edificio.[11]

La flexibilidad y adaptabilidad son atributos cada vez más importantes para los proyectos ecológicos. Si bien los efectos a largo plazo del cambio climático son inciertos, sabemos que los niveles marinos serán más altos, las temperaturas se incrementarán, las sequías serán más prolongadas y extendidas, y las inundaciones serán más intensas. La manera en que las diferentes regiones experimentarán estos cambios variará en gran medida, y los profesionales de la construcción tendrán que evaluar las posibles amenazas en sus comunidades y responder según corresponda.

LOS EDIFICIOS ECOLÓGICOS EN EL TRANSCURSO DEL TIEMPO

Los proyectos ecológicos deben estar preparados para adaptarse a futuros cambios, y diseñados y operados para soportar la prueba del tiempo. Se necesita un control constante para identificar las mejoras necesarias y las cambiantes necesidades de los usuarios. Los equipos de proyectos deben mirar a largo plazo para determinar cuáles son los factores de estrés que un proyecto puede enfrentar y luego desarrollar resiliencia en el sistema.

Por ejemplo, en los lugares donde el suministro de agua depende del deshielo, los esfuerzos de planificación y diseño deben enfocarse en la conservación del agua, su almacenamiento y las fuentes alternativas de agua antes de que la acumulación de hielo se reduzca. En los lugares donde el calor es alto, los constructores ecológicos tendrán que considerar qué ocurrirá con temperaturas aún más altas y garantizar que las estrategias de refrigeración de los edificios puedan enfrentar días de temperaturas más altas y continuar manteniendo la calidad del aire, que empeorará con el aumento de las temperaturas. Estas y otras estrategias se analizarán en la sección 4.

11 H. Levin. Cómo impulsar edificios ecológicos: *La intensidad de la energía de transporte de los edificios (Driving to Green Buildings: The Transportation Energy Intensity of Buildings). Novedades sobre construcción ambiental (Environmental Building News),* 16:9 (2007). http://www.buildinggreen.com

El desempeño de la mayoría de los sistemas empeora con el tiempo y por eso la huella total de emisiones de un edificio aumenta gradualmente con el tiempo, si no se toma la precaución de mantener adecuadamente los sistemas. La Figura 1.6 ilustra el desempeño de un edificio mediante la observación de la cantidad total de emisiones de carbono durante el ciclo de vida del edificio.

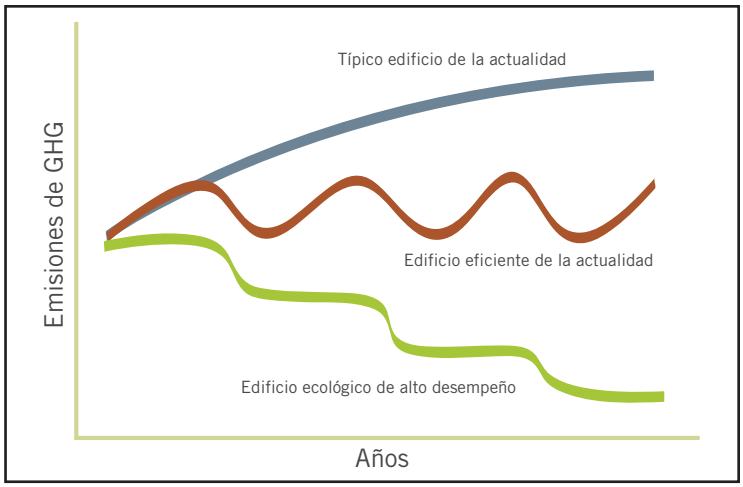


Figura 1.6. Emisiones de carbono relacionadas con el desempeño del edificio en el transcurso del tiempo

El comisionamiento del edificio ayuda a los equipos del proyecto a garantizar que los sistemas se diseñen de manera eficiente, se instalen correctamente y se operen según lo previsto. El comisionamiento es el proceso de verificación y documentación de que un edificio y todos sus sistemas y montajes están planificados, diseñados, instalados, comprobados, operados y mantenidos para satisfacer los requisitos del proyecto del propietario. Sin embargo, incluso si el desempeño inicial es óptimo, las emisiones aumentarán a medida que el desempeño decaiga con el transcurso del tiempo. Esta tendencia puede revertirse periódicamente a través del **retrocomisionamiento**, un ajuste que identifica las ineficiencias y restaura los niveles más altos de desempeño. El comisionamiento y retrocomisionamiento se analizarán en mayor detalle en la sección 4.

Los profesionales de la construcción ecológica tienen el objetivo de seguir y alcanzar un camino de mejora continua. Debido a que los proyectos deben estar diseñados para el futuro, los operadores deben participar en el proceso de diseño y obtener la información que necesitarán para controlar y mantener el desempeño del edificio. Los sistemas de control y verificación permiten que el personal de las instalaciones identifique y resuelva los problemas que surgen con el tiempo, e incluso que mejoren el desempeño de un edificio durante la vida útil del proyecto.

Uno de los principales objetivos de los profesionales de la construcción ecológica es encontrar nuevos usos para las estructuras existentes. **La reutilización adaptiva** significa diseñar y construir una estructura de manera tal que sea apta para un uso futuro diferente al uso original. Los edificios también pueden diseñarse para evitar la obsolescencia futura; por ejemplo, un plano flexible puede albergar oficinas hoy y departamentos mañana. Esto evita las consecuencias ambientales de la extracción de materiales para un nuevo edificio y la eliminación de los desechos de demolición. El edificio adaptado reutiliza el predio que ya contuvo la infraestructura y evita la conversión de tierras de cultivo o bosques para el desarrollo. El diseño de un proyecto que satisfaga las necesidades actuales y también las que ocurran en el futuro es una de las claves de la sustentabilidad.

La capacidad de adaptación también es fundamental para el uso de la tierra y la infraestructura municipal, como las carreteras. Una vez establecidas las redes de carreteras, pueden permanecer fijas durante siglos. En Roma, por ejemplo, las calzadas que existían en la antigüedad se han convertido en las calles actuales para automóviles. Este aspecto cobra una importancia particular a medida que avanzamos hacia un futuro con menos carbono. El transporte alternativo, incluida la disponibilidad del transporte público, es fundamental para reducir las emisiones de carbono. Sin embargo, las opciones de transporte alternativo y público, incluida la bicicleta y caminar, dependen de la cercanía de los destinos, la conectividad de la comunidad y el diseño de los alrededores. Las calles diseñadas solo para vehículos con motor no brindan la flexibilidad o adaptabilidad de una red de transporte diseñada para diversas modalidades de traslado.

Los edificios que protegen la historia y el carácter de un lugar también promueven la sustentabilidad. El equipo de un proyecto puede aprovechar el pasado de la comunidad reutilizando los materiales con valor histórico. Unir el presente con el pasado refuerza el sentido del lugar y ayuda a crear comunidades atractivas con centros comerciales viables, y evita fomentar la expansión. El diseño sustentable garantiza que los edificios y las comunidades sobrevivirán y prosperarán durante generaciones, independientemente de lo que depare el futuro.

LOS EDIFICIOS ECOLÓGICOS Y SU UBICACIÓN

> **UN LUGAR PARA CADA COSA Y CADA COSA EN SU LUGAR.**
>
> Benjamin Franklin

La ubicación es un elemento fundamental de los edificios ecológicos: Puede definir estrategias apropiadas y también limitar cómo puede ser realmente un proyecto ecológico. Según cuáles sean los problemas ambientales más acuciantes de un área particular, la ubicación puede afectar las prioridades del equipo de un proyecto. La ubicación incluye los siguientes factores:

- **El contexto natural.** El clima, el sol, el viento, la orientación, los suelos, las precipitaciones, la flora y la fauna local.
- **El contexto de la infraestructura.** La disponibilidad de recursos, materiales, habilidades y conexiones de servicios públicos, carreteras y tránsito.
- **El contexto social.** Las conexiones con la comunidad y otros destinos, las prioridades locales, la historia cultural y las tradiciones, la normativa local y los incentivos.

La selección de la ubicación es una de las primeras decisiones que se toman en un proyecto y esta decisión define muchas de las oportunidades y limitaciones que el equipo del proyecto enfrentará. Puede determinar si un proyecto podrá aprovechar la luz solar, si tendrá acceso al transporte público y otros servicios, y si protegerá el hábitat. Como se analizó anteriormente en esta sección, un edificio cuyos ocupantes deben conducir grandes distancias puede contribuir con las emisiones de gases de efecto invernadero, además de la destrucción del hábitat natural para el desarrollo de la infraestructura.

A fin de diseñar de manera sustentable en un lugar, un equipo puede comenzar por el sitio del proyecto y determinar cuáles son los usos más apropiados para ese sitio. Como alternativa, el equipo puede comenzar con una función y buscar el mejor lugar donde colocarla. En cualquier caso, los objetivos del proyecto deben ser claros y las necesidades y los recursos deben identificarse claramente a fin de que el edificio pueda integrarse cuidadosamente en el contexto y respaldar una comunidad local sustentable y próspera.

Los equipos de proyectos con un objetivo de sustentabilidad desarrollan una comprensión profunda del lugar y el contexto en el que se construyen sus proyectos. Van más allá de una evaluación superficial del sitio y estudian el terreno y su historia. Buscan formas de realizar conexiones con el sitio inmediato, la cuenca fluvial circundante o las características ecológicas, y promover su evolución saludable. También involucran las tradiciones, virtudes y necesidades de la comunidad, a fin de establecer de qué manera el proyecto puede contribuir con el bienestar y el crecimiento social y económico.

Estudio de caso del proyecto

PRAIRIE CROSSING

Para el desarrollo de Prairie Crossing, una "sensación de pertenencia" guía la toma de decisiones. Ubicados a aproximadamente 45 millas (70 km) al norte de Chicago, los desarrolladores sabían que debían hacer una planificación para lograr un acceso fácil de ida y vuelta a la región metropolitana. Las dos estaciones de Metra, el sistema ferroviario de traslado en el noreste de Illinois, se encuentran a una distancia que se puede recorrer caminando de este vecindario de uso mixto. Estas líneas ferroviarias ayudan a los residentes a llegar al Aeropuerto Internacional O'Hare de Chicago en 35 minutos y al centro de Chicago en menos de una hora. Además, cultivar una sensación de pertenencia más cercana al hogar es lo que más se considera en los esfuerzos de planificación del uso de la tierra de los desarrolladores. Más del 60% del desarrollo de 677 acres (274 hectáreas) es tierra protegida legalmente para la vida silvestre y el uso activo. Los desarrolladores le dieron mucha importancia al uso de la bicicleta y al recorrido a pie, e incluyeron más de diez millas (16 km) de caminos para tal fin en todo el desarrollo. Todas estas características culminaron en que Prairie Crossing sea un proyecto de Desarrollo de vecindario certificado por LEED en el programa piloto de Desarrollo de vecindario (Neighborhood Development, ND). Para obtener más información sobre Prairie Crossing, visite http://www.prairiecrossing.com.

COSTOS Y AHORROS DE LOS EDIFICIOS ECOLÓGICOS

A simple vista, el trabajo adicional y los materiales alternativos para construir de forma ecológica pueden parecer un costo extenuante, pero un análisis más de cerca nos revela que esta percepción es errónea. Si la sustentabilidad se considerara como un complemento costoso para un edificio, confundiríamos los esfuerzos por reducir los costos energéticos o mejorar la calidad ambiental con la especificación de una mesada de mejor calidad o una puerta delantera más impactante. Según este enfoque, cualquier mejora más allá de los aspectos básicos mínimos que cumplan con un código parecería un costo agregado.

No obstante, si consideramos las mejoras energéticas como una parte de un proceso general, a menudo descubrimos que los costos agregados se compensan con ahorros en el transcurso del tiempo. Los gastos iniciales continúan compensándose con el tiempo, como en una buena inversión. El mejor retorno de esta inversión se materializa cuando el edificio ecológico se integra en el proceso durante las primeras etapas, en lugar de realizarse como un esfuerzo de último momento. Por ejemplo, la especificación de ventanas más costosas y de alto desempeño puede permitir el uso de un sistema más pequeño y económico de calefacción, ventilación y aire acondicionado. Por sobre todo, si consideramos el diseño sustentable como una parte de los requisitos funcionales necesarios para construir una estructura con eficiencia energética y brindar un entorno seguro y saludable, podemos comparar el costo del edificio ecológico con el de otros edificios de la misma clase, en lugar de hacerlo con una base artificialmente baja.

Un estudio histórico de la firma Davis Langdon descubrió que no hay diferencias significativas entre el costo promedio de un edificio certificado por LEED y otras nuevas construcciones de la misma categoría: Hay edificios ecológicos costosos y hay edificios convencionales costosos. La certificación como edificio ecológico no era un indicador considerable del costo de la construcción.[12]

Lo interesante era que el público sobrestimaba notablemente el costo marginal de los edificios ecológicos. Una encuesta de opinión de 2007 realizada por el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (World Business Council for Sustainable Development) detectó que los encuestados consideraban, en promedio, que las características ecológicas aumentaban un 17% el costo de un edificio, mientras que un estudio de 146 edificios ecológicos descubrió un costo marginal promedio real de menos del 2%.[13]

Sin embargo, un edificio ecológico es un pronosticador importante de mejoras tangibles en el desempeño del edificio y esas mejoras poseen un valor considerable. Los estudios han demostrado que los edificios ecológicos certificados impulsan alquileres considerablemente más altos. Un estudio de la Universidad de California–Berkeley analizó 694 edificios ecológicos certificados y los comparó con otros 7,489 edificios de oficina, cada uno de ellos ubicado a una distancia máxima de un cuarto de milla (0.4 km) de un edificio ecológico de la muestra. Los investigadores descubrieron que, en promedio, los edificios de oficina ecológicos certificados se alquilaban por un 2% más que los edificios similares cercanos. Después del ajuste de los niveles de ocupación, identificaron una recarga del 6% para los edificios certificados. Los investigadores calcularon que, con las tasas de capitalización dominantes, esto añade más de $5 millones al valor de mercado de cada propiedad.[14]

12 L.F. Matthiessen y P. Morris, "Costo ecológico revisado: Revisión de la viabilidad y el impacto en los costos del diseño sustentable a la luz de una mayor adopción del mercado" (Cost of Green Revisited: Reexamining the Feasibility and Cost Impact of Sustainable Design in the Light of Increased Market Adoption) (Davis Langdon, 2007), http://www.davislangdon.com.

13 G. Kats et al., *Edificios y comunidades ecológicas: Costos y beneficios (Green Buildings and Communities: Costs and Benefits)* (Good Energies, 2008).

14 P. Eichholtz, N. Kok y J.M. Quigley, "¿Hacer las cosas bien para que nos vaya bien? Edificios de oficinas ecológicos" (Doing Well by Doing Good? Green Office Buildings) (Instituto de investigación económica y comercial, Universidad de California–Berkeley, 2008), http://www.mistra.org/download/18.39aa239f11a8dd8de6b800026477/IBER+Green+Office+Buildings+NKok+et+al.pdf.

MÁS ALLÁ DE LO ECOLÓGICO

Inicialmente, los edificios ecológicos tenían como fin reducir el daño al medio ambiente y la salud humana causado por la creación y el mantenimiento de edificios y vecindarios. A medida que el concepto de sustentabilidad se fue aplicando al entorno de la construcción, quedó en evidencia que el hacer menos daño no era suficiente.

Los líderes de este tema ahora están hablando de edificios y comunidades que sean **regenerativos**, lo que significa que estos entornos sustentables deben evolucionar con los sistemas vivos, y contribuir con la renovación a largo plazo de los recursos y la vida. Algunos profesionales han comenzado a explorar lo que significaría avanzar más allá de lo "sustentable" y participar como fuerza de desarrollo positivo en nuestros ecosistemas y comunidades. El foco apunta a desarrollar una comprensión integral del lugar donde se encuentra el proyecto, reconociendo los patrones y el flujo de vida del sitio. De manera similar, dichos proyectos contribuyen con la evolución conjunta saludable de las personas y la vida de ese lugar. Impulsan la diversidad, por ejemplo, y limpian el aire en lugar de contaminarlo. Los proyectos y las comunidades regenerativas involucran a las partes interesadas y requieren interactividad.

Fira 1.7. Diseño regenerativo

Los proyectos regenerativos respaldan la salud de la comunidad local y los ecosistemas regionales, generan electricidad y envían el excedente a la red pública, devuelven el agua al sistema hidrológico más limpia que antes del uso, actúan como ubicaciones de producción de alimentos y creación de redes comunitarias, regeneran la biodiversidad y promueven muchas otras relaciones que vinculan los proyectos con el sistema de vida completo que los rodea.

Los proyectos regenerativos se encaminan hacia un uso "neto nulo": no usar más recursos de los que se pueden producir. Por ejemplo, **los proyectos de energía neta nula** no usan más energía de la red pública de la que generan en el lugar. Estos proyectos pueden conectarse con la red pública, extraer electricidad de ella por la noche y aportar energía desde los sistemas de energía renovable del lugar durante el día, de manera tal que el costo de energía total sea cero. Otros proyectos se esfuerzan por alcanzar **la neutralidad en el carbono** y no producen más emisiones de carbono de las que pueden aislar o compensar. Otros proyectos están diseñados para alcanzar un **equilibrio del agua más parejo**: No usan más agua de la que cae en el lugar en forma de precipitaciones o producen cero desechos mediante el reciclado, la reutilización o el compostaje de todos los materiales.

No todos los proyectos pueden alcanzar esos niveles de desempeño. No obstante, en promedio, los edificios ecológicos ahorran energía, usan menos agua, generan menos desechos y proporcionan ambientes interiores más saludables y confortables. Las estrategias específicas se analizarán en la sección 4 de esta guía.

Ser ecológico y más aún exige más que el aprendizaje de nuevas tecnologías y estrategias. Exige más que el aprender a aplicar las listas de verificación LEED. El logro de la verdadera sustentabilidad exige un nuevo enfoque hacia la creación y el cuidado del entorno de construcción.

EXPERIENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICA

La construcción ecológica exige nuevas habilidades y nuevos conocimientos, además de nuevas actitudes y nuevas formas de pensar. En una práctica lineal y jerárquica, cada participante cumple su función y pasa el trabajo al siguiente en la línea. Aquí hay escasa interacción y las personas están compartimentadas por la disciplina o la profesión. Por el contrario, el proceso de construcción ecológica es interdisciplinario, iterativo y colaborativo. Se valora el trabajo en equipo y el pensamiento crítico. Todos necesitamos aprender a formular las preguntas adecuadas y a participar en el desarrollo de soluciones. Los ciclos de retroalimentación están incorporados en todo el proceso.

Las nuevas habilidades requeridas para una práctica de construcción ecológica no son solo el conocimiento de nuevas estrategias, materiales o equipos, si bien estos aspectos son necesarios. Los profesionales de la construcción ecológica deben aprender cómo funcionan los equipos, cómo facilitar o participar en un debate productivo, cómo trabajar con las personas de diferentes orígenes y con diferentes habilidades, y cómo pensar fuera de su zona de confort habitual al desarrollar ideas. Deben ser capaces de comprender el informe de un ecologista sobre el sitio propuesto o, mejor aún, participar en recorridos por el lugar y colaborar con la evaluación. Deben ser capaces de cuestionarse mutuamente, ¿por qué esto debe hacerse de la manera que siempre se hizo? y después considerar otras alternativas (¿y qué tal si...?).

Estas no son habilidades y conocimientos que la mayoría de los profesionales recibe tradicionalmente durante su educación y formación profesional. La mayoría de los arquitectos, paisajistas, planificadores y gerentes de empresas aprenden las nuevas habilidades en el trabajo y a través de prueba y error, por ejemplo, al facilitar reuniones con los miembros del equipo y las partes interesadas. Estas oportunidades se explorarán en mayor profundidad en la sección 3. Además, los programas de capacitación pueden ayudar a desarrollar estas habilidades mediante la combinación de experiencia con clases más formales, talleres y educación en línea. Los programas de estudio universitarios están comenzando a incorporar estas habilidades, pero es probable que pasen varios años hasta que el dominio ecológico sea la norma.

Esta guía tiene como fin establecer la base necesaria para desarrollar la experiencia en la construcción ecológica. La nueva comprensión cambiará la manera en que observamos los edificios donde vivimos y trabajamos, los que vemos cuando pasamos caminando y los que veneramos como modelos de innovación en nuestras comunidades. Le planteará el desafío de imaginar el nuevo proyecto de edificio ecológico con el cual contribuirá.

SECCIÓN 2

PENSAMIENTO SUSTENTABLE

Los edificios ecológicos cambiarán su forma de pensar. Los edificios que parecen ser objetos individuales y estáticos se revelarán como sistemas vivos que existen en relación con sus entornos y cambian con el transcurso del tiempo. Los profesionales que anteriormente parecían solo relacionados de manera distante se convertirán en socios dentro de un proceso dinámico que incorpora las perspectivas de diferentes campos.

NINGÚN PROBLEMA PUEDE SER RESUELTO EN EL MISMO NIVEL DE CONCIENCIA EN EL QUE SE CREÓ.

Albert Einstein

Esta sección repasa los tres conceptos principales que son parte integral de los edificios ecológicos y la sustentabilidad: Razonamiento aplicado a sistemas, razonamiento aplicado al ciclo de vida y procesos integrados. En el **razonamiento aplicado a sistemas**, el entorno construido se entiende como una serie de relaciones en las cuales cada parte afecta a muchas otras partes. Los sistemas incluyen materiales, recursos, energía, personas e información, además de las complejas interacciones y flujos entre estos elementos en el espacio y a través del tiempo. La construcción ecológica también exige la adopción de un **enfoque hacia el ciclo de vida** que tenga en cuenta todas las etapas de un proyecto, producto o servicio. Exige hacerse preguntas como ¿de dónde provienen los materiales y recursos de construcción? ¿Hacia dónde van una vez que finaliza su vida útil? ¿Qué efectos producen en el mundo mientras duran? Preguntas como estas alientan a los profesionales a garantizar que los edificios sean adaptables y resilientes, y que exhiban el desempeño esperado a la vez que minimizan las consecuencias nocivas. Finalmente, para lograr resultados que se basen en

sistemas completos durante todo el ciclo de vida, los profesionales de la construcción deben adoptar un **proceso integrado**. Este enfoque resalta las conexiones y la comunicación entre los profesionales y las partes interesadas durante toda la vida útil de un proyecto. Rompe los límites disciplinarios y rechaza los procesos de planificación y diseño lineales que pueden derivar en soluciones ineficientes. Si bien el término diseño integrado la mayoría de las veces se aplica a nuevas construcciones o renovaciones, un proceso integrado se aplica a cualquier fase del ciclo de vida de un edificio.

En los edificios ecológicos, las soluciones se examinan a través de diferentes perspectivas, escalas y niveles de detalle, y después se refinan. La óptica de cada disciplina involucrada en un proyecto colabora con la visión general que deriva en diseños más efectivos y detallados. Por ejemplo, las estrategias de diseño de vecindarios sustentables pueden ser analizadas por los encargados de la planificación del uso de la tierra, ingenieros de tráfico, ingenieros civiles, diseñadores de infraestructura, expertos en salud pública y desarrolladores. Mientras mejor entienda cada miembro del equipo las perspectivas y estrategias de los demás, más integrado será el diseño. El patrón iterativo de un proceso integrado puede utilizarse durante todo el proyecto a medida que se hace hincapié en los detalles. Lejos de demandar mucho tiempo, el proceso en realidad permite ahorrar tiempo al fomentar la comunicación directa y agrupar a las personas en sesiones de trabajo colaborativo altamente productivas.

EL DISEÑO INTEGRADO SE AJUSTA AL MUNDO ACTUAL

En el artículo "El diseño integrado se ajusta al mundo actual" (Integrated Design Meets the Real World) los autores observaron que los usuarios de un enfoque integrado "…se volvían mejores en el proceso con el tiempo, especialmente cuando pudieron trabajar con los mismos miembros del equipo en más de una oportunidad. Una vez que han pasado por el proceso, les resulta valioso y muchos no pudieron imaginar realizar el diseño de otra manera".[15]

Esta sección aborda los enfoques de solución de problemas que pueden aplicarse a través del proceso de construcción ecológica. Las secciones siguientes explorarán de qué manera los profesionales de la construcción ecológica pueden comenzar a incorporar estas ideas en los proyectos y las búsquedas profesionales.

RAZONAMIENTO APLICADO A SISTEMAS

La sustentabilidad involucra el diseño y la operación de sistemas que sobrevivan y prosperen con el tiempo. Para comprender los sistemas sustentables, debemos comprender muy bien qué queremos decir cuando hablamos de sistemas.

Un **sistema** es un conjunto de elementos o partes que interactúan en una serie de relaciones para formar un todo complejo que sirve para funciones o fines particulares. La teoría detrás del razonamiento aplicado a sistemas ha producido un profundo efecto en muchas áreas

15 A. Wendt y N. Malin, El diseño integrado se ajusta al mundo actual (Integrative Design Meets the Real World), *Novedades ambientales de edificios* 19(5) (2010), http://www.buildinggreen.com/articles/IssueTOC.cfm?Volume=19&Issue=5.

de estudio, tales como la informática, los negocios, la psicología y la ecología. Donella Meadows, Jørgen Randers y Dennis Meadows, pioneros en el estudio de los sistemas y la sustentabilidad, describen esta disciplina en el libro *"The Limits to Growth"* (Los límites del crecimiento).

Un sistema puede ser físicamente pequeño (un hormiguero) o grande (todo el universo), simple e independiente (las bacterias en una placa de Petri) o complejo e interactivo con otros sistemas (el sistema de comercio internacional o el ecosistema de un bosque). Los sistemas casi nunca existen de forma aislada; incluso las bacterias de la placa de Petri se ven afectadas por la luz y la temperatura del laboratorio. Los límites de un sistema dependen de lo que estamos observando y la mayoría de los sistemas en realidad son sistemas dentro de sistemas. Por ejemplo, el cuerpo humano está formado por numerosos sistemas internos interrelacionados, tales como el sistema musculoesquelético, que interactúa con sistemas externos, tales como el entorno natural.

> Nuestra capacitación nos enseñó a ver el mundo como un conjunto de patrones de comportamiento que se despliegan, como crecimiento, debilidad, oscilación, excedente. Nos enseñó a concentrarnos no tanto en las piezas individuales de un sistema, sino en las conexiones. Consideramos los elementos de la demografía, la economía y el entorno como *un solo sistema planetario*, con innumerables interconexiones. Vemos inventarios y flujos y retroalimentaciones e interconexiones, todo lo que afecta la manera en que se comportará el sistema en el futuro e influencia las acciones que podemos realizar para cambiar su comportamiento.[16]

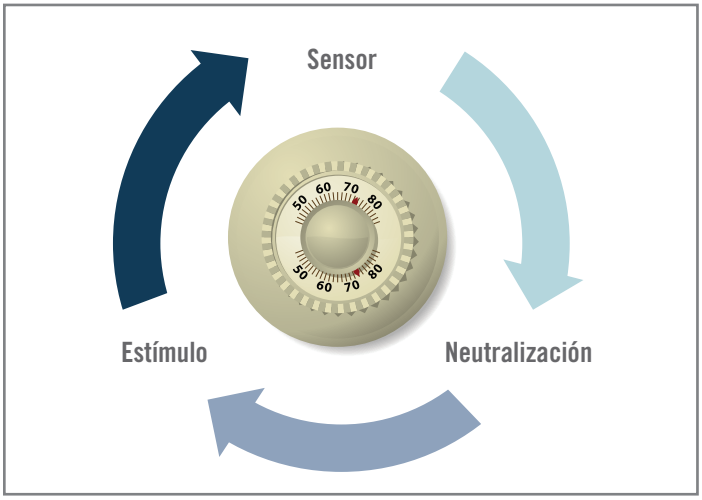
Muchos sistemas del mundo moderno están diseñados como **sistemas abiertos**, en los cuales los materiales y recursos se incorporan constantemente desde el exterior, se usan de alguna manera y después se liberan fuera del sistema en forma de desecho. Por ejemplo, en la mayoría de las comunidades urbanas de Estados Unidos, el agua, los alimentos, la energía y los materiales se importan a la ciudad desde fuentes externas a los límites municipales. De hecho, muchos de nuestros materiales y recursos se importan desde otras partes del mundo. Después de haber sido usados dentro de la ciudad, se liberan como desechos en forma de aguas cloacales, residuos sólidos y contaminación. En la naturaleza no hay sistemas abiertos; la materia muerta y en descomposición se convierte en alimento para otra cosa y todo va a alguna parte. No hay un "allá lejos". Al lentificar el paso de los materiales y recursos por el sistema y vincular los elementos para formar nuevas relaciones y funciones, podemos comenzar a imitar a la naturaleza y diseñar **sistemas cerrados** que sean más sustentables.

Al diseñar edificios y comunidades, debemos comprender los elementos individuales del sistema y sus relaciones entre sí como un todo. Una sola decisión puede producir un efecto dominó. Por ejemplo, las mejoras en la **envolvente de un edificio**, el límite entre los elementos del interior y el exterior de un edificio, pueden cambiar los requisitos del sistema mecánico. El uso de un mejor aislamiento o de ventanas más eficientes puede permitir el uso de un sistema de calefacción más pequeño. Al mismo tiempo, la reducción de la infiltración del aire puede plantear inquietudes sobre la calidad del aire interior. El diseño de la envolvente también se puede usar para aumentar la luz natural en el espacio, lo que incide en el diseño de la iluminación, la calefacción y el aire acondicionado, además de mejorar la calidad del espacio interior. Pero las envolventes diseñadas para brindar más luz natural sin consideración del resplandor y la ganancia de calor pueden crear espacios incómodos y menos productivos. Incluso los acabados y los muebles interiores pueden cambiar la efectividad de la luz natural y las estrategias de ventilación.

16 Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jorgen Randers y William W. Behrens III. (1972). *Los límites del crecimiento (The Limits to Growth)*. Nueva York: Universe Books.

> **OPTIMIZAR LOS COMPONENTES DE FORMA AISLADA TIENDE A EMPEORAR TODO EL SISTEMA Y POR CONSIGUIENTE EL BALANCE. PUEDE HACER QUE UN SISTEMA SEA MENOS EFICIENTE SIMPLEMENTE CON NO UNIR CORRECTAMENTE ESOS COMPONENTES... SI NO ESTÁN DISEÑADOS PARA TRABAJAR JUNTOS, TENDERÁN A TRABAJAR UNO CONTRA EL OTRO.**
>
> Paul Hawken, Amory Lovins y L. Hunter Lovins
> *Capitalismo natural (Natural Capitalism)*

El concepto de ciclos de retroalimentación ayuda a explicar cómo funcionan los sistemas. **Los ciclos de retroalimentación** son los flujos de información dentro de un sistema que permiten que el sistema se organice a sí mismo. Por ejemplo, cuando un termostato indica que la temperatura en una habitación es demasiado alta, envía una señal para encender el aire acondicionado. Cuando la habitación está lo suficientemente fresca, el termostato envía una señal para detener el aire acondicionado.



Fira 2.1. Ciclo de retroalimentación negativa

Este tipo de retroalimentación se denomina **ciclo de retroalimentación negativo** debido a que en la respuesta del sistema a un cambio hay incorporada una señal para que el sistema detenga el cambio cuando la respuesta ya no sea necesaria. Los ciclos de retroalimentación negativos permiten que un sistema se autocorrija y se mantenga dentro de un rango particular de función o desempeño. Por lo tanto, mantienen los sistemas estables.

Los ciclos de retroalimentación positivos, por otra parte, se autorrefuerzan: Los estímulos causan un efecto y el efecto incluso produce más de ese mismo efecto. El crecimiento de la población es un ciclo de retroalimentación positivo. Mientras más bebés nazcan, más gente habrá en la población que podrá tener más bebés. Por lo tanto, se puede esperar que la población aumente hasta que se vea afectada por otra fuerza, como una epidemia o la escasez de recursos.

En el entorno construido, las carreteras e infraestructura construidas en la franja

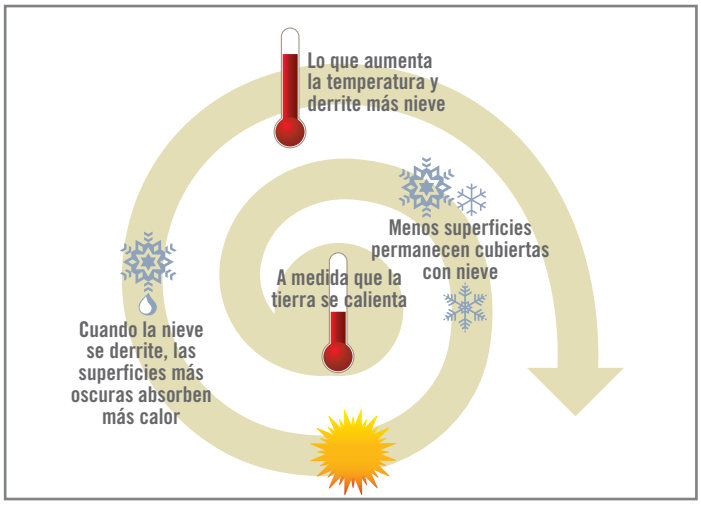


Figura 2.2. Ciclo de retroalimentación positiva

urbana a menudo producen un ciclo de retroalimentación positivo de mayor desarrollo. Este crecimiento de los suburbios puede expandirse más allá del núcleo urbano, lo que exige más carreteras y el impulso de un crecimiento adicional, además del uso de más recursos (energía, agua, sistemas cloacales, materiales) para respaldar ese crecimiento.

El cambio climático es otro ciclo de retroalimentación positivo. A medida que la tierra se calienta, hay menos superficies cubiertas de nieve, una superficie reflectante que devuelve el calor proveniente del sol hacia el espacio. Cuando la nieve se derrite, las superficies más oscuras absorben más calor, lo que aumenta la temperatura y derrite más nieve. De manera similar, en el entorno construido, las superficies más oscuras de techos, calles y estacionamientos absorben más calor del sol. Este **efecto isla de calor** aumenta las temperaturas en las áreas urbanas varios grados por encima de la temperatura de las áreas circundantes, lo que aumenta la demanda de refrigeración y la cantidad de energía que usan los edificios. El uso de energía adicional puede aumentar las emisiones de carbono, lo que contribuye con el calentamiento global y aumenta aún más las temperaturas urbanas y el uso de energía, y el ciclo continúa.

Fira 2.3. Crecimiento inducido en el transcurso del tiempo

Cuando no se controlan, los ciclos de retroalimentación positivos pueden crear caos en un sistema. Por ejemplo, si las temperaturas urbanas aumentan demasiado, las poblaciones locales pueden sufrir o abandonar el área. En la naturaleza, los ciclos de retroalimentación positivos generalmente son frenados por ciclos de retroalimentación negativos, procesos que detienen el crecimiento descontrolado u otras fuerzas desestabilizadoras. La estabilidad y la resiliencia del sistema regresan a medida que los ciclos de retroalimentación comienzan a controlar el cambio. Para diseñar sistemas sustentables, debemos comprender los ciclos de retroalimentación positivos y negativos que ya existen o aquellos que ponemos en movimiento para garantizar que los sistemas permanezcan estables y habitables con el tiempo.

Los ciclos de retroalimentación (positivos o negativos) dependen de los flujos de información. Cuando la información acerca del desempeño del sistema falta o está bloqueada, el sistema no puede responder. Por ejemplo, los edificios sin los sensores y sistemas de control apropiados no pueden ajustarse para cambiar las temperaturas y mantener un ambiente interior confortable. La información debe recopilarse y dirigirse. La mayoría de los edificios posee termostatos para proporcionar información y controlar la temperatura. Sin embargo, existen muchos otros parámetros, características mensurables o cuantificables de un sistema que son relevantes para la sustentabilidad, pero no se miden ni informan de maneras efectivas. Por ejemplo, la cantidad de energía usada por edificios ocupados por arrendatarios puede ser recolectada por un medidor de gas o electricidad, e informarse a la empresa de servicios públicos, pero no a los ocupantes, quienes, por lo tanto, no tienen información sobre su consumo de energía y ningún incentivo para reducirlo. Si la información en tiempo real sobre el uso de la energía se entregara a ellos de una manera conveniente, podrían usar la energía de formas más eficientes. Algunos llaman a esto el efecto Prius, por el automóvil

EL EFECTO PRIUS

Brindar información sobre la energía en tiempo real de manera conveniente al instalar medidores donde los operadores puedan actuar según la información y hacer cambios para usar la energía de manera más eficiente.

híbrido que brinda al conductor información sobre el consumo de combustible, para que pueda conducir haciendo un uso eficiente del combustible.[17] La instalación de medidores de energía en tiempo real, con los cuales los operadores pueden actuar sobre la información, es un ejemplo de cómo conectar elementos de un sistema de manera que puedan interactuar y responder entre sí de manera más apropiada en el ciclo de retroalimentación.

Además de los elementos, sus relaciones y los ciclos de retroalimentación entre ellos, la teoría de los sistemas explora las propiedades emergentes de un sistema: patrones que emergen del sistema como un todo y que son más que la suma de las partes. Por ejemplo, el patrón de las olas golpeando contra la playa es una propiedad emergente: El patrón es más que las moléculas de agua que conforman el océano, más que la superficie de la costa, más que la atracción gravitacional de la luna o la influencia del viento. Las olas emergen como resultado de las interacciones y relaciones entre los elementos.

De manera similar, la cultura de una empresa emerge de las personas que trabajan en ella, los edificios donde trabajan, los servicios o productos que ofrecen, la manera en que reciben y procesan la información, la estructura de gestión y poder, y la estructura financiera. Estos elementos y flujos se combinan de maneras predecibles e impredecibles para conformar una organización única e individual. Los elementos del sistema (personas, edificios), los flujos dentro del sistema (de materiales, dinero e información), las reglas que rigen esos flujos (gestión y estructuras) y las funciones del sistema (suministro de bienes o servicios, generación de un beneficio) determinan si la empresa es un buen lugar para trabajar y si será sustentable con el tiempo.

Para influir en el comportamiento de un sistema, es importante encontrar los **puntos de aprovechamiento:** lugares donde una pequeña intervención puede producir cambios importantes. El brindar a los ocupantes de un edificio información sobre energía en tiempo real es un ejemplo del uso de un punto de aprovechamiento para modificar un comportamiento. En lugar de cambiar los elementos del sistema (la envolvente de la estructura, el sistema mecánico, los ocupantes del edificio, la red eléctrica) el cambio apunta exclusivamente a brindar datos disponibles a un punto sobre el que se pueda actuar de manera apropiada. Este pequeño ajuste puede aumentar notablemente la eficiencia del sistema. El ensayo de Donella Meadows "Leverage Points: Places to Intervene in a System" (Puntos de aprovechamiento: lugares donde intervenir un sistema) brinda un excelente resumen de cómo encontrar y usar los puntos de aprovechamiento para lograr un cambio significativo.[18]

En *"Natural Capitalism"* (Capitalismo natural), Hawkens, Lovins y Lovins exploran de qué manera los mercados pueden usarse para —y no en contra de— la sustentabilidad, no mediante su eliminación ni la incorporación de normativas estrictas, sino mediante el uso de los puntos de aprovechamiento dentro del sistema. Un punto de aprovechamiento que examinaron es el de los objetivos que rigen el sistema. Al valorar no solo el capital económico sino también el capital natural y el capital humano, los sistemas y las estructuras existentes pueden conducir a la sustentabilidad.

17 Brand Neutral, *El efecto Prius: Aprender de Toyota (The Prius Effect: Learning from Toyota)* (2007), http://www.brandneutral.com/documents/Prius_Effect.pdf.

18 D. Meadows, *Puntos de aprovechamiento: Lugares que se deben intervenir de un sistema (Leverage Points: Places to Intervene in a System)* (1999), http://www.sustainer.org/pubs/Leverage_Points.pdf.

Estudio de caso del proyecto

Crédito de la foto: Josh Partee 2009

HOTEL GAIA NAPA VALLEY

El Hotel Gaia Napa Valley en Canyon Valley, California, alienta a los empleados y huéspedes a emplear el razonamiento aplicado a sistemas. El hotel cuenta con una pantalla de computadora interactiva en el hall que muestra la información en tiempo real sobre el uso de la energía y el agua del edificio, así como también las emisiones de carbono. La interfaz convierte en algo tangible el compromiso del proyecto con la eficiencia energética y el desarrollo de una hermosa instalación funcional y sustentable. Además, alienta a que los huéspedes y empleados reduzcan el impacto mientras se encuentran en el hotel. Asimismo, esta pantalla inspira a los huéspedes a reflexionar sobre sus hábitos y considerar el cambio del consumo de recursos una vez que regresen a sus hogares. Este tipo de pantalla interactiva ayuda a educar a los ocupantes sobre el impacto de los edificios ecológicos y a apoyar los esfuerzos del Hotel Gaia Napa Valley por lograr la certificación de Oro según LEED para nuevas construcciones (LEED for New Construction), versión 2.1. Para obtener más información sobre este proyecto, visite http://www.gaianapavalleyhotel.com/.

PUNTOS DE APROVECHAMIENTO

Lugares que se deben intervenir de un sistema (en orden ascendiente de efectividad)

12. Constantes, parámetros, números (como subsidios, impuestos, estándares)

11. Los tamaños de las reservas y otros inventarios de estabilización, en relación con los flujos

10. La estructura de los flujos y los inventarios de materiales (como las redes de transporte, las estructuras de edad de la población)

9. La duración de las demoras, en relación con el índice de cambio del sistema

8. La fuerza de los ciclos de retroalimentación negativa, en relación con los impactos que están tratando de corregir

7. La ganancia de impulsar ciclos de retroalimentación positiva

6. La estructura de los flujos de información (quién tiene y no tiene acceso a qué tipos de información)

5. Las reglas del sistema (como incentivos, castigos, impedimentos)

4. El poder de agregar, cambiar, evolucionar o autoorganizar la estructura del sistema

3. Los objetivos del sistema

2. La mentalidad o el paradigma del que surge el sistema (sus objetivos, estructura, normas, demoras, parámetros)

1. El poder para trascender los paradigmas

Por ejemplo, cuando el fabricante de alfombras Interface Flooring pasó de ser un productor de alfombras a un proveedor del servicio de revestimientos para pisos, creó un cambió en la misión de la empresa. En lugar de comprar alfombras, los clientes podían comprar el *servicio* de la alfombra, que sería propiedad de Interface. La empresa sería responsable de mantener la alfombra con el tiempo, sustituir las áreas desgastadas y eliminar cualquier "desecho". Este cambio sirvió como punto de aprovechamiento para permitir que el sistema de la empresa cambiara radicalmente hacia la sustentabilidad, reduciendo desechos y mejorando el desempeño del producto al mismo tiempo que se mantenía el beneficio. En otras palabras, Interface Flooring pasó de ser un sistema abierto a un sistema cerrado. El nuevo modelo mental derivó no solo en procesos más eficientes, sino también en una reestructuración radical de la empresa y de todas sus operaciones.

Los edificios son parte de un mundo de sistemas anidados que afectan y se ven afectados unos con otros. Una vez que el equipo del proyecto comprende la red de sistemas que afecta a un proyecto dado, la energía y la materia que fluyen a través de los sistemas, las relaciones y las interdependencias que existen, se puede producir una integración más profunda y efectiva.

Al diseñar los aspectos del entorno construido, se deben considerar los sistemas en los que el

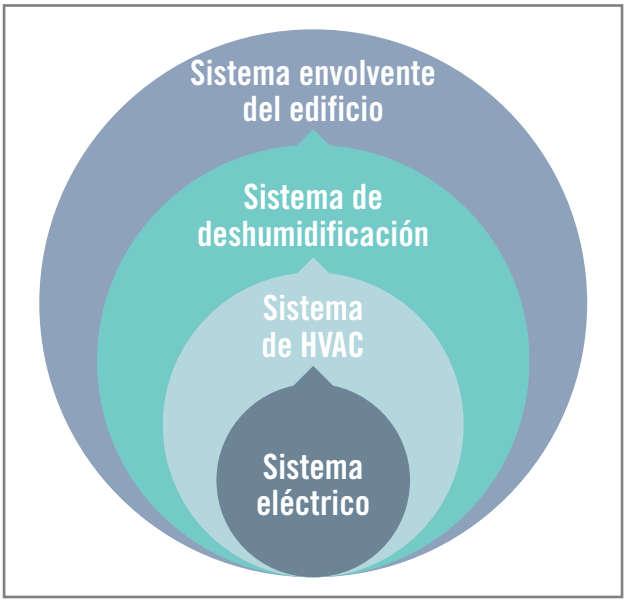


Figura 2.4. Sistemas anidados

proyecto se ubicará y los sistemas que el proyecto creará. Se debe obtener información sobre las relaciones entre los elementos, los flujos de recursos e información, y los puntos de aprovechamiento que pueden derivar en cambios notables. Antes de iniciar cualquier proyecto, el equipo puede explorar estos sistemas mediante la formulación de preguntas. Ya sea que se trabaje en la fase de planificación, diseño, construcción u operaciones, estas preguntas pueden brindar amplios conocimientos sobre el contexto de los sistemas y las maneras de transformarse cabalmente hacia la sustentabilidad de una manera integrada.

A CONTINUACIÓN, SE ENCUENTRAN LAS PREGUNTAS QUE DEBE EXPLORAR EL EQUIPO DE UN PROYECTO CUANDO LOS MIEMBROS COMIENZAN A TRABAJAR JUNTOS:

- ¿Dónde está ubicado el proyecto y quiénes son los vecinos, a nivel local, regional, etc.? ¿Cuál es la cuenca fluvial local? ¿La biorregión? ¿Cuáles son las características de estos sistemas?
- ¿Cómo hacen los recursos, como la energía, el agua y los materiales, para fluir hacia el proyecto? ¿De dónde provienen y de cuán lejos? ¿En qué otros fines o proyectos se utilizan estos flujos?
- ¿Qué procesos naturales se encuentran en funcionamiento en el sitio? ¿Cómo hacen los recursos, como el agua pluvial, el agua residual y los desechos sólidos para fluir hacia el exterior del sistema? ¿A dónde se dirigen? ¿Existen lugares en el sitio donde estos flujos se pueden capturar, almacenar o reutilizar?
- ¿Cuáles son los objetivos del propietario? ¿Cuál es la función o finalidad del proyecto? ¿Cómo hará el proyecto para cumplir con esos objetivos?
- ¿Cuál es la comunidad dentro del proyecto? ¿Quiénes son las personas que vienen aquí y de dónde provienen? ¿A dónde se dirigen? ¿Qué las une y qué las puede separar? ¿De qué manera el proyecto cambia sus interacciones?
- ¿Cómo hace la comunidad del proyecto para interactuar con otras comunidades que se superponen? ¿Cuáles son las interrelaciones? ¿Existen fuentes de conflictos? ¿Cuál es el sistema económico dentro del proyecto? ¿Cómo se adapta a sistemas económicos más grandes o que se superponen?
- ¿Cuáles son los puntos de aprovechamiento dentro del sistema? ¿Existen lugares donde los pequeños cambios pueden producir grandes resultados?

En un proceso de diseño lineal, las soluciones a un problema pueden causar otros problemas en otros sectores del sistema. Cuando los problemas se resuelven a través de un enfoque basado en los sistemas, a menudo varios problemas pueden resolverse al mismo tiempo. Esta sinergia es posible cuando nos tomamos el tiempo de explorar las interconexiones y abordamos un proyecto de forma holística. En el contexto del entorno construido, el razonamiento aplicado a sistemas nos permite explorar y respaldar las interacciones que integran comunidades saludables, prósperas y sustentables.

ENFOQUE DEL CICLO DE VIDA

La construcción ecológica adopta un **enfoque del ciclo de vida** y analiza el ciclo de vida completo de un proyecto, producto o servicio, en lugar de una imagen instantánea. La dimensión de la longevidad distingue la práctica de construcción ecológica de la construcción convencional, que probablemente no piensa en el tiempo, y ayuda a crear comunidades y edificios pensados para perdurar. Para un edificio, un enfoque de ciclo de vida comienza

con las decisiones de prediseño iniciales que establecen los objetivos y un programa para seguir. Continúa a través de la selección de la ubicación, después el diseño, la construcción, las operaciones y el mantenimiento, la restauración y la renovación. El ciclo de vida de un edificio finaliza con la demolición o, preferentemente, la reutilización.

En la mayoría de los casos, en nuestro sistema industrial, tratamos la manufactura de los productos, la construcción de edificios y las operaciones de las organizaciones como sistemas abiertos. Tomamos materiales del exterior del sistema, los usamos para hacer algo y después descartamos lo que sobra. Este desempeño de recursos se produce en cada fase del ciclo de vida, lo que crea un ciclo constante de consumo y desechos. Además de los efectos en las primeras fases de la cadena de producción que ocurren antes de usar un material, existen impactos al final de la cadena de producción asociados con su operación y fin de vida útil. Debemos considerar los efectos tanto al inicio como al final de la cadena de producción en nuestros procesos de toma de decisiones.

El razonamiento aplicado a sistemas depende de la identificación y acción en función de las oportunidades para cerrar este ciclo. Debido a que generalmente no consideramos los elementos de construcción en su relación con un conjunto más grande de sistemas, estos desechos permanecen invisibles en gran medida. Al incorporar los efectos al inicio de la cadena de producción en nuestro análisis de las alternativas, podemos obtener un panorama más amplio de los costos ambientales y los beneficios de los materiales. La práctica de investigar los materiales desde el punto de extracción hasta su eliminación a veces se describe como **de la cuna a la tumba**: una expresión que sugiere un proceso lineal a través de un sistema abierto. Para enfatizar el aspecto cíclico de un sistema cerrado, el arquitecto William McDonough y su colega Michael Braungart acuñaron la frase **de la cuna a la cuna**. En un sistema cerrado no hay desechos y todas las cosas encuentran otro propósito al final de sus vidas útiles.

Un enfoque de ciclo de vida integral mejora la capacidad de abordar inquietudes de salud humana y ambientales potencialmente importantes. Por ejemplo, un producto puede consistir en material extraído de las minas de África, fabricado en Asia y enviado a los Estados Unidos para la compra. Al concentrarnos únicamente en la eficiencia energética de este producto durante su uso, podemos no percibir el daño causado por el transporte desde el lugar de fabricación o por la extracción de la materia prima. O una ventana puede incluir un alto contenido de material reciclado pero no ser altamente eficiente. Al observar solo el porcentaje de contenido reciclado, podemos seleccionar un producto que afectará los objetivos de ahorro de energía del proyecto. En un proyecto de construcción ecológica, el equipo debe considerar la **energía incorporada**, la cantidad total de energía usada para cosechar o extraer, fabricar, transportar, instalar y usar un producto durante todo el ciclo de vida, junto con el desempeño y la adaptabilidad. Una consideración cuidadosa de todos los atributos puede conducir a la selección de productos que al principio no parecían ser la opción más sustentable.

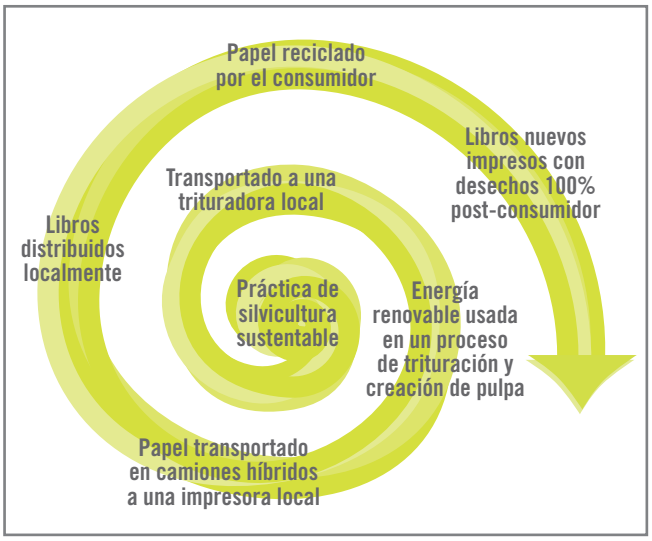


Figura 2.5. Se considera el ciclo de vida entero de un producto

El razonamiento aplicado al ciclo de vida puede aplicarse a las consideraciones ambientales, en cuyo caso se denomina **evaluación del ciclo de vida (life cycle assessment, LCA)** y a las

consideraciones de costos, o **costos del ciclo de vida (life cycle costing, LCC)**. Estos son enfoques singulares con diferentes metodologías, pero a menudo se confunden. Ambos pueden respaldar la toma de decisiones más sustentables, pero usan diferentes tipos de datos y proporcionan diferentes tipos de información.

La evaluación del ciclo de vida intenta identificar y cuantificar los efectos ambientales durante la vida útil de los materiales, productos o edificios. Identifica todos los procesos y los aportes (energía, agua, materiales) y los productos (desechos, productos derivados) asociados, desde la extracción y el procesamiento de materias primas y cargas de alimentación recicladas, el transporte de estos materiales y la fabricación y envasado del producto hasta su uso, mantenimiento y finalmente su reciclado o eliminación. Estos aportes y productos se cuantifican y también se miden sus efectos en el medio ambiente y la salud humana. Si bien la LCA no aborda todos los efectos potenciales, ofrece una imagen integral del ciclo de vida. Luego, esta información puede usarse para respaldar la toma de decisiones. Las herramientas y bases de datos usadas al realizar las LCA están disponibles a través de fuentes del gobierno de los EE. UU. y el sector privado.

Los costos del ciclo de vida tienen en cuenta los costos de compra y operativos, y también los ahorros relativos durante la vida útil del edificio o producto. Calculan los períodos de recuperación para los primeros costos y proporcionan un contexto para tomar decisiones sobre las inversiones iniciales. Por ejemplo, los sistemas mecánicos más eficientes generalmente cuestan más que los equipos ineficientes, pero al observar más allá del precio de compra y calcular todos los costos de energía, mantenimiento, sustitución y otros costos durante el ciclo de vida del equipo, podemos comprender mejor el verdadero costo del equipo, tanto para el medio ambiente como para el propietario del edificio.

Los LCC se pueden usar al comparar alternativas con diferentes costos iniciales y operativos. Para un edificio, esto generalmente incluye los siguientes costos:

- Construcción, adquisición o compra inicial
- Combustible
- Funcionamiento, mantenimiento y reparación
- Sustitución
- Eliminación (o valor residual para reventa o rescate)
- Cargos financieros
- Otros beneficios o costos intangibles, como la mayor productividad de los empleados

El razonamiento aplicado al ciclo de vida puede aplicarse a todas las decisiones de la construcción ecológica, no solo a los productos y edificios. Los equipos deben buscar oportunidades para evaluar los impactos ambientales de las decisiones de diseño y mejorar la sustentabilidad en todos los puntos del ciclo de vida del proyecto. Sin embargo, una vez que se tomaron las decisiones en cada fase, esas oportunidades pueden ser limitadas. La clave de la sustentabilidad es establecer objetivos y metas al comienzo del proceso, comprender los sistemas involucrados y anticiparse a la manera en que esos sistemas pueden cambiar y evolucionar.

Los planificadores del uso de la tierra y urbanos también se valen del concepto de los ciclos de vida, ya que las decisiones sobre la ubicación de las carreteras e infraestructura pueden afectar todas las decisiones futuras sobre ese terreno durante siglos. Considere nuevamente el ejemplo de la sección 1 de la estructura de calles de Roma: these roads were built for pedestrians and therefore remain walkable and pedestrian oriented even today. This does not

mean that there are no opportunities to make vehicle-oriented development greener, but it does mean that the challenges of reducing transportation impacts, such as carbon footprint, are greater in projects where pedestrian access is not an initial goal.

Si tenemos en cuenta las futuras implicancias del entorno construido, debemos replantearnos los procesos que utilizamos en todas las fases del ciclo de vida. Armar el equipo correcto, establecer metas y entender los sistemas y las métricas para alcanzar el éxito ayudará a garantizar el acercamiento hacia un entorno construido sustentable.

PROCESO INTEGRADO

"Diseño integrado" es el término de moda actualmente en el entorno de edificios ecológicos, si bien pocos conocen con precisión su significado. En relación con los edificios ecológicos, un **proceso integrado** es un método interdisciplinario para el diseño y el funcionamiento de entornos construidos de manera sustentable. El proceso integrado se apoya sobre los dos principios que se abordaron anteriormente en esta sección: razonamiento aplicado a sistemas y un enfoque hacia el ciclo de vida. Aunque a menudo los profesionales hacen referencia al *diseño* integrado, el *proceso* integrado puede usarse en todas las etapas de un proyecto de edificio ecológico, desde el diseño y la construcción hasta la reutilización o la deconstrucción.

Un proceso integrado brinda oportunidades de considerar los recursos de nuevas maneras. Alienta a los profesionales a pensar y tomar decisiones de manera integral. Por ejemplo, en el proceso convencional de diseño de edificios, los hidrólogos, ingenieros civiles, ingenieros mecánicos y paisajistas toman decisiones relacionadas con el agua. Sin embargo, a menudo estos profesionales diseñan sus propios planes individuales para el uso de agua potable, necesidades de riego, eliminación de aguas residuales y gestión de aguas pluviales. A diferencia de esto, un proceso integrado es altamente colaborativo. Los procesos de planificación, diseño, construcción y operaciones convencionales a menudo no logran reconocer que los edificios forman parte de sistemas más grandes y complejos. Como resultado, al solucionar un problema podríamos estar creando otros problemas en algún lugar del sistema. Por ejemplo:

- Si separamos usos comerciales y residenciales y no logramos conectarlos con transporte alternativo, significa que las personas conducirán autos para llegar a sus destinos, y generarán así contaminación y tráfico.
- Decorar un paisaje con plantas que no son las adecuadas para el clima local significa que podrían necesitarse grandes cantidades de agua en lo que dure el proyecto.
- Crear edificios herméticos para lograr eficiencia energética sin proporcionar la ventilación adecuada trae como resultado una calidad de aire interior baja para los ocupantes del edificio.

Cuando se usa un enfoque integrado basado en sistemas, la solución a un problema puede conducir a la solución a muchos problemas. El proceso de planificar el uso del agua en un proyecto podría llevar a diseñar sistemas que captan agua de lluvia y aguas grises para satisfacer las necesidades de suministro y riego a la vez que se reduce la escorrentía y se protege la calidad del agua. Más ampliamente, al pensar en el sistema a lo largo del ciclo de vida completo, se pueden desarrollar estrategias sinergéticamente.

Por ejemplo:

- Localizar hogares cerca de negocios y el trabajo, y diseñar calles seguras para los peatones puede alentar a las personas a caminar, con lo cual se reducirían las emisiones vehiculares y se mejoraría la salud.
- Diseñar paisajes donde se usen especies nativas puede reducir el consumo de agua y proporcionar un hábitat para la fauna local.
- Orientar adecuadamente los edificios en un sitio y diseñarlos para que capten la luz solar para calefacción e iluminación, y las brisas naturales para la refrigeración y la ventilación permiten ahorrar energía, mejorar la calidad del aire interior e incluso aumentar la productividad de los trabajadores.
- El abono compuesto mejora la calidad del suelo y reduce las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con el transporte de los desechos.

Quienes practican un proceso integrado deben desarrollar nuevas habilidades que podrían no haber sido necesarias en su trabajo profesional pasado: pensamiento y cuestionamiento crítico, colaboración, trabajo en equipo y comunicación, y una comprensión profunda de los procesos naturales. Un proceso integrado es una manera diferente de pensar y trabajar, y crea un equipo a partir de profesionales que, tradicionalmente, han trabajado como entidades independientes.

El proceso integrado requiere más tiempo y colaboración durante la fase conceptual y la fase de diseño iniciales del que requieren las prácticas convencionales. Se debe consagrar tiempo a la formación del equipo, el establecimiento de objetivos y el análisis antes de tomar decisiones o implementarlas. No obstante, esta inversión inicial de tiempo reduce el tiempo que lleva producir documentos de construcción. Dado que los objetivos se han explorado y urdido exhaustivamente a lo largo del proceso, los proyectos pueden ejecutarse más cuidadosamente, se puede sacar provecho de las sinergias de los sistemas del edificio y satisfacer mejor las necesidades de sus ocupantes o comunidades y, en última instancia, también ahorrar dinero. Los pasos específicos involucrados en el proceso integrado se abordarán en la Sección 3.

La naturaleza tiene mucho que enseñarnos acerca de la aplicación del razonamiento aplicado a sistemas, un enfoque hacia el ciclo de vida y procesos integrados a nuestro trabajo. Mediante la observación de patrones naturales; por ejemplo, cómo se mueve el flujo de calor, cómo se desplaza el agua o cómo crecen los árboles, podemos aprender a diseñar sistemas que usen los recursos con eficacia. Los campos de biomimetismo y permacultura proporcionan dos enfoques diferentes e innovadores con respecto a la resolución de problemas mediante el seguimiento de patrones y estrategias naturales. Ambos campos de práctica se preguntan: ¿De qué manera la naturaleza resolvería esto? Del mismo modo, los profesionales en edificios ecológicos pueden usar los conceptos clave que se abordan en esta sección para determinar la naturaleza de los sistemas en los que se encuentran trabajando, satisfacer las necesidades de la comunidad y establecer objetivos y prioridades para el proyecto.

SECCIÓN 3

PENSAMIENTO SUSTENTABLE EN EL TRABAJO: PROCESOS NUEVOS PARA EDIFICIOS ECOLÓGICOS

Los edificios ecológicos requieren una nueva manera de pensar y enfocar el diseño, la construcción, la operación y la renovación de edificios y comunidades. Los elementos básicos de este enfoque se presentaron en la Sección 2. Los conceptos de edificios ecológicos son válidos para muchos tipos de edificios en todas las etapas de desarrollo y es muy probable que surjan preguntas a medida que comience a aplicarlos. ¿Cómo se organizan los equipos como parte de un proceso integrado? ¿De qué manera el pensamiento de los sistemas cambia la manera en que se desarrollan los sitios? ¿De qué manera la evaluación del ciclo de vida afecta la selección de materiales? Para resumir, ¿cómo funciona este enfoque nuevo en la vida real?

Este capítulo se centra en los procesos que rodean a los edificios ecológicos (*cómo* estos conceptos pueden cambiar la manera de hacer las cosas) y describe enfoques exitosos con respecto a los edificios ecológicos, con ejemplos de casos de proyectos reales. Las estrategias y tecnologías para edificios ecológicos (*qué* se hace) se analizarán en la Sección 4.

PARA EMPEZAR

Hay varios principios que conforman las bases de una práctica exitosa:

El proceso importa. La manera en que se abordan los proyectos es crucial para lo que hacemos y lo que somos capaces de lograr. En otras palabras, un buen proceso es esencial para obtener buenos resultados.

Empiece temprano. El compromiso con los edificios ecológicos debe adoptarse lo antes posible de modo que pueda ayudar a formular los objetivos de manera eficaz. Tratar de agregar funciones ecológicas a un proyecto cuando el proceso está muy avanzado resulta más costoso y es un enfoque menos eficaz. Para los proyectos comunitarios o del vecindario, el compromiso debe adoptarse al comienzo de la fase de planificación de uso del suelo, de modo que se puedan informar las decisiones sobre el uso del suelo y la delimitación de zonas, el diseño de los sistemas de transporte y la distribución de la infraestructura. Para nuevas construcciones, temprano significa antes de seleccionar el sitio y antes de armar el equipo, de ser posible. Para proyectos de mantenimiento y operaciones, los compromisos deben establecerse antes de tomar cualquier medida en relación a un cambio.

Realice un seguimiento. El compromiso con las necesidades ecológicas debe continuar a lo largo de toda la duración del proyecto. El proceso del edificio ecológico no termina cuando el equipo del proyecto entrega el sitio al propietario, el administrador de las instalaciones o el arrendatario. El seguimiento es necesario en todas las etapas para garantizar que las estrategias y las tecnologías se mantienen o se adaptan según sea necesario para permanecer vigentes. Asimismo, la capacitación continua garantiza el funcionamiento y el mantenimiento informados de estas estrategias y tecnologías, así como la oportunidad de proporcionar retroalimentación sobre los desafíos que se enfrentan y las lecciones aprendidas.

Mire más allá de los costos iniciales hacia los ahorros a largo plazo. Este nuevo proceso no cuesta por lo general más, pero sí traslada los costos a un punto más temprano en el proceso. El aumento de eficiencia y los ahorros aparecen más adelante. El establecimiento de objetivos iniciales, el análisis y la evaluación de alternativas ayudarán a tomar decisiones que generan ahorros a largo plazo a través de sinergias e integración. Las sinergias son acciones que se complementan unas con otras, lo que crea un todo mucho mayor a la suma de las partes. Los ahorros a menudo se reflejan en los costos del ciclo de vida. Las tecnologías y estrategias ecológicas a menudo tienen períodos de recuperación muy cortos, pero cuando las organizaciones presupuestan los costos de planificación y diseño de manera separada de los proyectos y las operaciones de capital, los ahorros en una categoría podrían no proporcionar un argumento convincente para gastar más en otra categoría. Podría ser necesario reunir a las partes interesadas de estos departamentos para establecer mecanismos para la toma de decisiones y el financiamiento colaborativo entre departamentos.

Incluya y colabore. Un edificio ecológico exige que un equipo multidisciplinario de profesionales se unan a los miembros de la comunidad involucrada o afectada por el proyecto para poder ver un panorama general, y no solo los elementos individuales que conciernen a cada una de ellas casi de inmediato.

CÓMO ESTABLECER UN PROCESO ITERATIVO

Todas las actividades que se describen en esta sección tienen lugar en un proceso iterativo que contiene numerosos ciclos de retroalimentación. Un **proceso iterativo** es circular y repetitivo. Brinda oportunidades para establecer objetivos y verificar cada idea en función de estos.

Un proceso iterativo es cíclico por naturaleza:

- Establecer metas claras y los compromisos más importantes
- Realizar intercambios de ideas y desarrollar soluciones creativas

- Investigar y refinar ideas
- Explorar sinergias entre estrategias específicas
- Establecer métricas para medir el éxito
- Fijar nuevos objetivos sobre la base del trabajo que ya se ha hecho

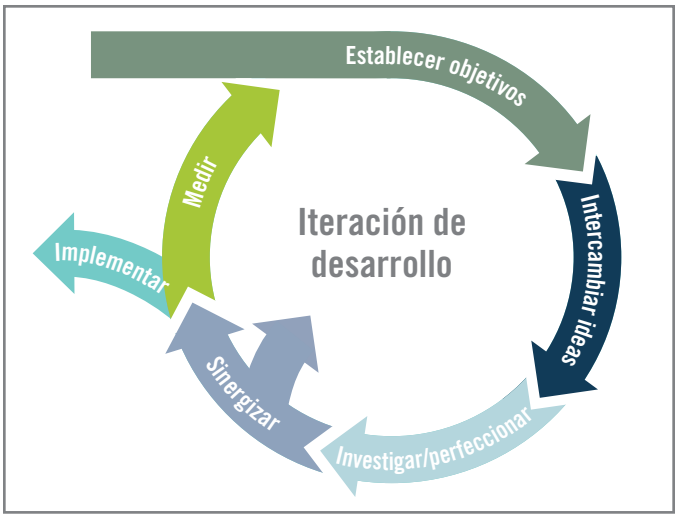


Figura 3.1. Proceso iterativo

Esta es una manera de que los equipos de proyecto utilicen el razonamiento aplicado a sistemas y un proceso integrado. Difiere de los procesos tradicionales en que no es lineal, como cuando un miembro del equipo completa una tarea y delega el trabajo a la siguiente persona. Por el contrario, el equipo trabaja junto, en pequeños grupos y como unidad, para desarrollar el diseño del proyecto y el plan de manera colaborativa. Continuamente el equipo completo desarrolla ideas, investiga sobre ellas y las refina en grupos más pequeños, y luego estas vuelven al grupo para pensar los pasos siguientes fundamentales y tomar las decisiones finales.

Durante las primeras reuniones del proyecto, es importante establecer un compromiso común con el proceso de planificación e implementación. Algunos miembros del equipo podrían no estar familiarizados con un proceso iterativo. Aun cuando el equipo tenga mucha experiencia, vale la pena revisar los pasos para asegurarse de que todos los miembros del equipo los comprenden de la misma manera, quizás preguntando cómo podrían abordar un problema. Algunas veces un proceso iterativo implica ver en detalle por qué o cómo una idea específica funcionaría; otras veces, el equipo comparará una estrategia con otras para explorar sinergias y compensaciones.

Definir hitos fundamentales, asignar defensores y aclarar objetivos permitirá a los proyectos de todos los tamaños y tipos incorporar sustentabilidad de manera más eficaz. Durante el transcurso de un proyecto, especialmente uno largo y complejo, los objetivos y las metas evolucionan. A través del proceso iterativo, un equipo puede estar listo para abordar cambios y tomar decisiones deliberadas usando información de reuniones grupales más pequeñas.

Un facilitador experimentado puede alentar a las personas a expresar sus ideas. Un facilitador ayuda al equipo a expresar nuevas ideas y garantizar que se valoren diversas perspectivas. Asimismo, esta persona vuelve a reunir al grupo para explorar cómo las propuestas fomentarán y obstaculizarán el logro de los objetivos del proyecto.

Una documentación minuciosa ayuda a captar las lecciones aprendidas en el proyecto, de modo que puedan aplicarse en el futuro, ya sea dentro del plazo de tiempo de ese proyecto o en proyectos de edificios ecológicos subsiguientes.

Hay muchos tipos diferentes de reuniones que pueden resultar útiles en un proceso iterativo. Si bien los enfoques variarán en función del proyecto específico y del equipo, el proceso a menudo incluye charrettes, reuniones de equipo, grupos de tareas pequeñas y reuniones con las partes interesadas.

Las charrettes son una herramienta importante en un proceso iterativo. Se llaman así por

las carretas que transportaban los modelos de los estudiantes de arquitectura franceses (a menudo mientras los estudiantes completaban desesperadamente su trabajo durante el viaje con ayuda de amigos). Son talleres intensivos diseñados para producir entregas específicas. Una charrette de diseño reúne al equipo del proyecto con las partes interesadas y otros expertos según sea necesario para generar pensamiento creativo y colaboración. Por lo general, tienen lugar al principio del proyecto y ayudan a establecer los objetivos. Estas sesiones también pueden realizarse durante el proyecto en momentos cruciales para una resolución de problemas integrada y enfocada. Energizan al grupo y promueven la confianza a través del diálogo productivo. Asimismo, garantizan alineación en torno a objetivos, metas y acciones. Si bien pensamos tradicionalmente en "charrettes de diseño", las charrettes pueden usarse para todos los tipos de proyectos edilicios.

PARTES INTERESADAS

El término "partes interesadas" no solo abarca a las personas que toman las decisiones, sino que también incluye a aquellos que deben vivir con estas decisiones y a los que deben llevarlas a cabo. Esta intersección de perspectivas depende del tipo de proyecto. Los participantes de un proyecto de diseño-construcción pueden incluir al propietario, el desarrollador, el cliente, los miembros del equipo de diseño, los administradores de la instalación, los representantes de la comunidad, las agencias regulatorias locales, el equipo ambientalista local, los ecologistas, los arrendatarios y otros usuarios del edificio. Los proyectos de operaciones también pueden incluir contratistas de limpieza, contratistas de gestión de desechos, contratistas de paisajismo, especialistas en arrendamientos y bienes raíces locales y empresas de salvamento y reventa.

Las charrettes adquieren valor a partir de la colaboración de personas de diversas disciplinas y perspectivas. Cuando se establecen las charrettes, se debe incluir a todos los expertos y todas las partes interesadas pertinentes. Las personas ajenas al equipo del proyecto, especialmente las partes interesadas en la comunidad, podrían necesitar aliento para asistir y un compromiso de que sus voces serán escuchadas. Las conversaciones personales antes del evento son a menudo útiles para lograr confianza inicial. Un componente educativo puede garantizar que todos los participantes con diversos niveles de conocimiento tendrán una comprensión adecuada de los temas en consideración.

La combinación de intercambios de ideas, diferentes perspectivas y un foco sobre los resultados distinguen a la charrette de otros tipos de reuniones. Debido a que las charrettes son altamente estructuradas, requieren un facilitador sólido, que podría no ser miembro del equipo del proyecto principal. El candidato ideal es aquella persona que es excelente escuchando a los demás y es capaz de extraer una visión general a partir de múltiples puntos de vista. Es crucial que esta persona guíe la conversación en una dirección productiva e imparcial.

Dado que las charrettes se diseñan generalmente para producir un producto concreto, se necesita una agenda y objetivos claros. Se deben diseñar actividades y preguntas de debate para cumplir con estos objetivos. No obstante, la charrette también debe ser lo suficientemente flexible como para permitir el surgimiento de ideas extraordinarias. Por adelantado, el propietario o el desarrollador del proyecto podrían bosquejar una afirmación que estableciera los objetivos de la charrette y su importancia para el proyecto. Esta afirmación inspira al equipo para alcanzar los objetivos y también asegura a los participantes que su trabajo es importante e influirá sobre el proyecto final. Los objetivos claros, las estrategias específicas y los resultados ayudan a todos los participantes a comprender el objetivo de la charrette y sientan las bases para una agenda eficaz. Cada agenda debe adaptarse al proyecto específico, pero por lo general, una charrette adopta el siguiente formato:

- Informe sobre los antecedentes del proyecto, para garantizar que todos los participantes tienen la información básica sobre el proyecto y los temas a analizar.
- Intercambio de ideas, trabajo en grupos pequeños, informes, más intercambio de ideas e informes subsiguientes estructurados en torno a preguntas de discusión y tareas específicas.
- Síntesis de trabajo, desarrollo de recomendaciones e identificación de resultados.
- Respuesta inicial del propietario o desarrollador a las recomendaciones, mientras se afirma el compromiso para con los enfoques y las ideas sustentables.
- Durante el seguimiento, se debe enviar un informe escrito donde se documente la charrette y los elementos de acción identificados a todos los participantes.

Las reuniones de equipo pueden permitir al grupo trabajar juntos de manera creativa sobre nuevas sinergias. Por ejemplo, el desarrollo de un sistema integrado de conservación del agua podría requerir colaboración entre el arquitecto paisajista, el ingeniero civil, el ingeniero estructural y el diseñador mecánico, eléctrico y de plomería (MEP). Las reuniones son más eficaces si las facilita un tercero neutral que aliente a todos los miembros del equipo a expresar sus ideas.

Los grupos de tareas pequeños brindan oportunidades para explorar temas específicos, llevar a cabo una investigación y refinar las ideas para su presentación en una reunión de equipo más adelante. Por lo general, se componen de miembros del equipo existentes, pero podrían requerir expertos independientes. No es necesario que sean multidisciplinarios a menos que esto sea apropiado para la tarea. Los miembros de grupos de tareas deben ver su trabajo como exploratorio y considerar todas las ideas, incluso aquellas que parecen malas elecciones o poco viables. Investigar ideas de alto riesgo puede conducir a los aspectos más innovadores de un proyecto. Muchas de las estrategias específicas que se analizan en la Sección 4 de esta guía requieren grupos de tareas para desarrollar ideas y determinar la aplicación apropiada.

Las reuniones de partes interesadas se llevan a cabo con vecinos, miembros de la comunidad y otras personas que tienen un interés personal en el proyecto. Mejoran la interacción de un equipo de proyecto con los problemas, las preocupaciones y las ideas de la comunidad, y la comprensión de estos. Los residentes locales con frecuencia tienen un gran conocimiento del lugar: el contexto local, la cultura y la historia, así como los puntos fuertes y las necesidades de la comunidad.

En la mayoría de las comunidades es fundamental obtener la confianza de los residentes y las organizaciones locales, lo que podría implicar reuniones mano a mano y de grupos pequeños. Es fácil para un equipo de proyecto desestimar el valor de este paso y, en su lugar, organizar una reunión vespertina con la comunidad para presentar el proyecto propuesto. Las reuniones de partes interesadas eficaces involucran tanto escuchar atentamente como mostrarse abiertos para determinar las soluciones más viables y efectivas para la comunidad.

Al igual que cuando se rompe cualquier tradición, pueden surgir barreras y obstáculos cuando un equipo utiliza un proceso iterativo. En el artículo "Integrative Design Meets the Real World" (El diseño integrador se encuentra con el mundo real), los autores Wendt y Malin resaltan las ventajas del proceso de diseño integrador, pero también analizan algunos de los obstáculos:

- Las reuniones pueden ser costosas y difíciles de programar.
- La comunicación entre reuniones a menudo se ve interrumpida.

- Las personas podrían resistirse a los objetivos ecológicos.
- Los participantes pueden obstaculizar el proceso iterativo e integrador.
- Los tradicionalistas podrían resistirse a la carga del modelo inicial, las pruebas de supuestos y el análisis.
- Las personas podrían mostrarse renuentes a adoptar nuevas tecnologías.[19]

Algo importante es que los expertos a los que se entrevistó para el artículo comentaron que se volvían mejores en el proceso con el tiempo, especialmente cuando pudieron trabajar con los mismos miembros del equipo de proyecto en más de un proyecto.

SELECCIÓN DEL EQUIPO

EL MAESTRO DE OBRAS

Los maestros de obras se capacitaron a través de pasantías locales, y las técnicas y tecnologías que aprendieron se desarrollaron gracias a una comprensión de los problemas locales y se transmitieron de generación en generación. El transporte mecanizado era limitado, por lo tanto las personas tenían un conocimiento profundo de los materiales locales, así como de las habilidades de los recursos, la economía, la imaginería cultural y las tradiciones, los microclimas y las condiciones del suelo. Comprendían el flujo de recursos locales y qué condiciones locales se podían limitar. El entorno de construcción estaba diseñado y montado a partir de una conexión estrecha con cada lugar en particular, con el maestro de obra que conceptualiza el patrón general y cada artesano, artista y obrero que contribuyen a los niveles de riqueza y diversidad a escalas menores. Como resultado, se lograban edificios y comunidades que verdaderamente se integraban con sus ambientes y que vivían, respiraban y crecían para volverse elementos atemporales de sus lugares.[20]

Un elemento definitorio del proceso de edificios ecológicos es el **equipo de proyecto**, un grupo colaborador, amplio e inclusivo donde sus miembros trabajan juntos para diseñar y completar el proyecto. Este equipo difiere del grupo de partes interesadas que participan en las charrettes. Los miembros de este grupo están altamente dedicados y participan en todas las etapas del proyecto. Están sumamente involucrados en los procesos de resolución de problemas y toma de decisiones en cada paso.

Los proyectos individuales requieren distintas combinaciones de experiencia. Por ejemplo, el equipo apropiado para desarrollar un programa de operaciones sustentables involucraría muy probablemente al propietario de las instalaciones, al equipo de gestión de instalaciones, los proveedores, los representantes de los ocupantes y un experto en sustentabilidad. Asimismo, la experiencia de los miembros individuales de un equipo de proyecto será más

19 A. Wendt y N. Malin, El diseño integrado se ajusta al mundo actual (Integrative Design Meets the Real World), *Novedades ambientales de edificios* 19(5) (2010), http://www.buildinggreen.com/articles/IssueTOC.cfm?Volume=19&Issue=5.

20 7group & Reed, B. (2009). *Guía de diseño integrador para la construcción ecológica: Redefinir la práctica de la sustentabilidad (The Integrative Design Guide to Green Building: Redefining the Practice of Sustainability)*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.

Estudio de caso del proyecto

Crédito de la foto: Josh Partee 2009

KENYON HOUSE

Al ser una residencia de dos pisos con 18 unidades que brinda alojamiento económico a personas que anteriormente estaban sin hogar y que padecen VIH y SIDA, Kenyon House en Seattle, Washington, enfrentó muchos desafíos únicos en el esfuerzo del proyecto para tener un edificio ecológico. No obstante, lo sorprendente fue que una de las principales barreras que enfrentó el equipo del proyecto en el desarrollo de una instalación certificada por LEED fue el requisito de la zona de la ciudad que no permitía un frente de más de 50 pies (15 m). Este código pudo haber evitado que el proyecto lograra muchos de sus objetivos sustentables mediante la orientación para obtener máxima luz solar y luz natural. John Woodworth, director de SMR Architects, asistió a las reuniones del vecindario y trabajó para informar a las partes interesadas sobre los beneficios del desarrollo sustentable. Al incluir a las partes interesadas en el proceso, el grupo realizó una queja con mucho respaldo en la zona. El proyecto pudo avanzar con el desarrollo, sin las trabas del problema de la zona y con todo el respaldo de las personas involucradas en el proceso de desarrollo. Este tipo de enfoque colaborativo para resolver problemas respaldó al Kenyon House para obtener la certificación LEED Platino según el sistema de clasificación de LEED para hogares (LEED for Homes), versión 1.0. Puede obtener más información sobre Kenyon House en www.usgbc.org/casestudies.

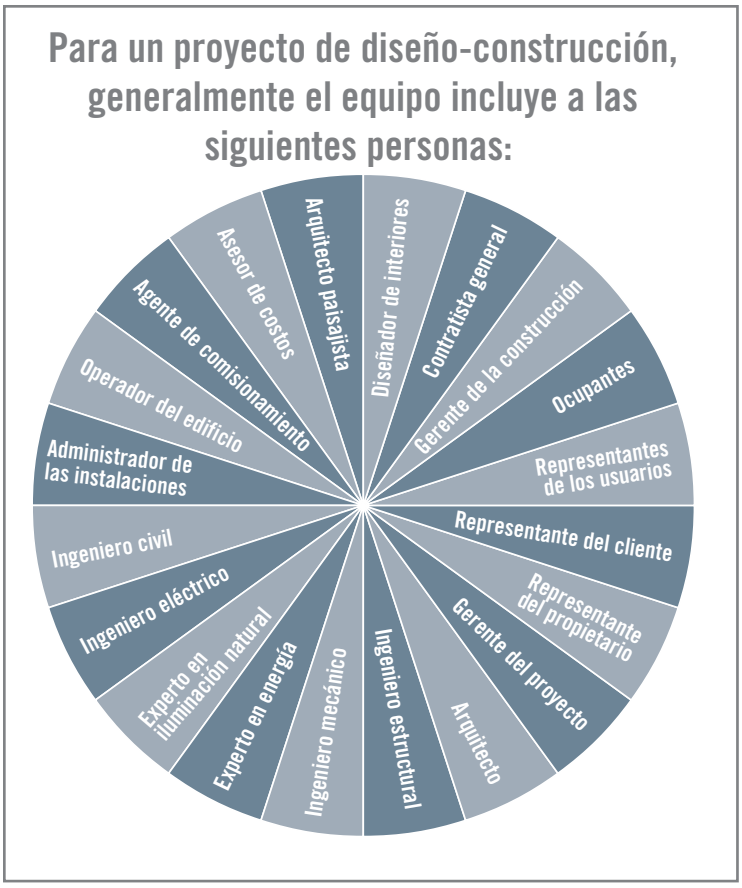


FIGURA 3.8. Miembros de un equipo integrado

crítica en distintos puntos del proyecto. Por ejemplo, un ecologista podría ser más relevante durante las etapas iniciales del proyecto, para ayudar al equipo a comprender y trabajar con el sitio, pero podría aportar ideas valiosas y encontrar sinergias a lo largo del proceso.

El proceso en equipo favorece un proceso de contratación de ejecución del proyecto integrada (integrated project delivery, IPD) o de diseño-construcción en lugar del tradicional sistema diseño-licitación-construcción, en el cual los contratistas recién participan luego de que se hayan determinado muchos de los elementos del proyecto. Los procesos IPD y de diseño-construcción permiten a los miembros del proyecto participar en las etapas iniciales del proyecto, incluido el establecimiento de objetivos y el intercambio de ideas inicial.

Los miembros del equipo deben comprender los edificios ecológicos y deben tener experiencia participando en un equipo. La experiencia y el compromiso con la sustentabilidad debe extenderse también a los subcontratistas y los diversos oficios. Las solicitudes de entrevistas y propuestas deben incluir preguntas sobre la experiencia en edificios ecológicos y sustentabilidad. Idealmente, la evaluación de ofertas se basa en la *mejor oferta* baja en lugar de la oferta *más baja*. Aun cuando esto no sea posible, como sucede con muchos proyectos públicos, los prerrequisitos identificados en la solicitud de propuesta (request for proposal, RFP) pueden ayudar a garantizar que los equipos sean calificados. Entre las calificaciones específicas que se deben buscar podrían estar la participación en procesos de diseño integrado, la experiencia en proyectos ecológicos o certificados por LEED, y la obtención de credenciales profesionales de LEED, desde LEED Green Associate hasta LEED Accredited Professional. Si hay personas sin experiencia en el equipo, será necesario brindar capacitación y orientación en torno al proceso.

FIJACIÓN DE OBJETIVOS

En esta guía, se hace hincapié repetidamente en la importancia de los objetivos del proyecto; cada proyecto ecológico necesita apoyarse en objetivos sólidos y debe establecer una vía clara para asegurar que se alcanzarán. Los objetivos claros articulan la finalidad que debe lograr el diseño del proyecto, mediante lo siguiente:

- Asegurarse de que la visión es clara
- Proporcionar un marco de referencia para todo el proyecto
- Definir los objetivos de sustentabilidad y mantener el proyecto en carrera para cumplirlos

Fijar objetivos generales que suenan rimbombantes puede parecer tentador; no obstante, estos objetivos podrían no brindar suficiente información para guiar un proyecto. Por ejemplo, decir que un proyecto debe ser "saludable" podría resultar atractivo, pero ¿qué significa esto realmente en el contexto del proyecto? ¿De qué manera sabemos que estamos yendo por el camino correcto? El tipo de objetivos de alto nivel debe acompañarse de *métricas*, cosas que pueden medirse y *metas*, niveles de cumplimiento que deben alcanzarse. Cada objetivo podría tener múltiples métricas y metas. Por ejemplo, si por "saludable" el equipo quiere decir que el proyecto debería proteger la calidad del aire interior, una métrica para eso podría ser la cantidad de compuestos orgánicos volátiles en los materiales de construcción. Una meta asociada con esa métrica, podría ser que todas las pinturas no tengan VOC. Hay muchos atributos con respecto a la calidad del aire interior, de modo que además de abordar las posibles fuentes de sustancias contaminantes (como los materiales que emiten VOC), el equipo debe desarrollar métricas y objetivos para la correcta ventilación.

Los objetivos del proyecto y sus métricas y metas asociadas pueden ser cuantitativos y cualitativos. Por ejemplo, si un objetivo es que se pueda caminar por un vecindario, el equipo debe considerar como una medida cuantitativa el porcentaje de hogares que se encuentran a menos de un cuarto de milla de destinos como parques, restaurantes y tiendas. También podrían considerar factores cualitativos; por ejemplo, si el proyecto tiene aceras funcionales. Esta métrica es cualitativa porque la presencia de aceras no contribuye necesariamente a la transitabilidad. La utilización de estas aceras, no obstante, puede demostrar la transitabilidad del vecindario. Otro ejemplo: El objetivo de un programa de gestión de desechos en un edificio existente podría ser la conversión del reciclaje en una actividad conveniente. La métrica cuantitativa podría ser la cantidad y la ubicación de receptáculos de reciclado, y la proporción de receptáculos por empleados en el sitio. Un factor cualitativo podría ser el uso de receptáculos de reciclado: ¿los que están junto a los espacios de trabajo y las oficinas se utilizan más que aquellos en las ubicaciones centrales, como las salas de descanso, o viceversa? Dichas evaluaciones pueden ayudar al equipo a alcanzar el objetivo cambiando la ubicación o la cantidad de receptáculos.

Además de ser mensurables y estar acompañados de las métricas y metas apropiadas, los *objetivos eficaces deben ser alcanzables.* Los objetivos que están completamente fuera de alcance debido al costo o a la tecnología disponible no proporcionan una guía y pueden llevar a la frustración. Por otro lado, los objetivos que articulan aspiraciones proporcionarán un desafío que inspira al equipo a llegar a nuevas alturas. Por ejemplo, "detener el cambio global climático" es un objetivo inalcanzable e ineficaz. Del mismo modo, si el proyecto es para un edificio existente con área de techo limitada y un presupuesto limitado, "lograr un consumo de energía neto nulo" es poco realista, porque el edificio no puede adoptar la generación de energía en las instalaciones ni ser rediseñado sin sistema mecánico. En ambos casos, un mejor objetivo de proyecto podría ser "evitar contribuir con las emisiones de gases de efecto invernadero". El equipo podría alcanzar este objetivo reduciendo el uso de energía del proyecto y compensando las emisiones mediante la adquisición de créditos de energía renovable.

Los objetivos deberían reflejar las *escalas espaciales y los horizontes de tiempo* que el proyecto puede afectar, si asumimos un índice de cambio realista. Detener el cambio global climático está más allá de los impedimentos de espacio y tiempo de un único proyecto. Incluso "reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 30%" podría ser imposible para que un proyecto lo implementara de una sola vez. En consecuencia, muchos objetivos relacionados con el clima se redactan "para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 30% para el año 2030". Este tipo de horizonte temporal es especialmente apropiado para proyectos

complejos o de grandes magnitudes, como ciudades, organizaciones con múltiples ubicaciones y predios grandes, donde hay muchas fuentes diferentes de gases de efecto invernadero y se necesita tiempo para desarrollar e implementar medidas y políticas de reducción suficientes. Por ejemplo, en 2010, la administración de Obama anunció un objetivo para el gobierno federal de los EE. UU.: reducir sus emisiones en un 28% para el año 2020.

Los principios integradores y el razonamiento aplicado a sistemas alienta la fijación de objetivos que van más allá de decidir buscar créditos de LEED específicos o un nivel de certificación específica. Si bien algunos equipos usan listas de comprobación para edificios ecológicos, como la lista de comprobación de LEED, como base para establecer los objetivos del proyecto, es probable que los proyectos tengan más éxito si los objetivos reflejan por qué el proyecto se está abordando y cómo se demostrará y medirá el éxito. Una vez que estos objetivos se articulan, las listas de comprobación hacen las veces de base para la toma de decisiones a lo largo del proceso.

Dado que es fundamental llegar a un acuerdo acerca de los objetivos del proyecto, se recomienda llevar a cabo una charrette, quizás seguida de una serie de reuniones de equipo. La cantidad de reuniones dependerá de la complejidad del proyecto y qué tan rápido las partes interesadas pueden lograr la alineación. Antes de estas reuniones, el propietario del proyecto debería pensar acerca de los objetivos subyacentes para el proyecto, por qué se necesitan o se desean, y qué se debería lograr, y analizar estos puntos con el facilitador. A continuación, el equipo de proyecto y las principales partes interesadas deberían participar de un debate inicial de establecimiento de objetivos, sobre la base de las ideas iniciales del propietario. Esta sesión debería incluir representantes de la comunidad y otros expertos que proporcionen información sobre temas locales ambientales, sociales y económicos.

Una vez que se han establecido los objetivos, estos deben enumerarse y describirse en un informe escrito. Identificar a un miembro del equipo de proyecto como el "portero" garantiza que todo el trabajo subsiguiente pueda relacionarse con los objetivos. Diferentes objetivos podrían requerir diferentes defensores, según la complejidad del proyecto. Por ejemplo, el rol del agente de comisionamiento es asegurar que el propietario articule los objetivos, el equipo de diseño los comprenda, se incorporen al diseño y luego se logren durante la construcción. Así, el agente de comisionamiento se encuentra en una buena posición para seguir el progreso del proyecto en relación con los objetivos establecidos. No todos los proyectos cuentan con un agente de comisionamiento, pero ese rol puede desempeñarlo otro miembro en el equipo.

OBSERVACIÓN DEL SISTEMA

Conocer el sitio forma parte de la evaluación de necesidades y el proceso de evaluación. Esto ayudará durante los debates del panorama general del equipo acerca de cómo transformar los objetivos en un plan de acción concreto. Los proyectos de diseño-construcción que pueden elegir un sitio se beneficiarán del establecimiento de objetivos antes de seleccionar una ubicación para el proyecto; de esta manera, se aseguran que la ubicación contribuya al plan general del proyecto en lugar de presentar desafíos que el equipo tenga que resolver.

La manera más evidente de aprender acerca de un lugar es pasar tiempo en él, preferentemente en distintos momentos del día y en diferentes estaciones del año. Mediante la observación del lugar, las personas, la vida silvestre, las plantas y el clima, los miembros del equipo pueden entender los patrones que hacen único al lugar. Antes de poder hacer esto con

eficacia, desde una perspectiva de sustentabilidad, deben comprender lo que *es*. Esto se aplica también a los edificios existentes. Se deben tener en cuenta la propiedad del edificio y la estructura de gestión, el uso y los usuarios, y la relación con la comunidad. Por ejemplo, si en el edificio hay 32 arrendatarios, la instalación de submedidores en todos los centros de datos tendrá diferentes implicancias que si se tratase de una instalación con un único propietario. Mediante el estudio del sitio, el equipo, con ayuda del facilitador, puede garantizar la conexión del proyecto con el vecindario.

La recolección e interpretación de datos significativos a menudo requiere la pericia de especialistas técnicos, tales como hidrólogos, ecologistas, ingenieros, economistas y antropólogos. Existen muchas herramientas capaces de respaldar este esfuerzo, como la recolección sistemática de datos, y el análisis y la asignación. Para los edificios existentes, se puede obtener información a través de las encuestas a los ocupantes, recorridas por el edificio y auditorías.

Los sistemas de información geográfica (Geographical information systems, GIS) pueden ayudar a ilustrar cómo los distintos elementos se cruzan y se superponen. Las capas de mapas podrían mostrar suelos, infraestructura, patrones de viento, distribución de especies, usos de la tierra, aspectos demográficos, calles y vías de tránsito, patrones de tráfico, aceras y barreras, flujos de materiales y vías de desechos sólidos. Los mapas también pueden mostrar proyecciones de crecimiento, áreas de desarrollo objetivas y otros indicadores de cómo cambiará probablemente el sitio con el paso del tiempo.

También es importante entender los patrones en juego en diferentes escalas espaciales. La asignación siempre debe extenderse más allá de los límites del proyecto para mostrar cómo este encaja a escala local y regional. Por ejemplo, el nivel de detalle a pequeña escala podría revelar mucho acerca de la traza urbana local, pero al alejarse, se podrían revelar conexiones con el sistema de transporte regional.

OBSERVACIÓN DE UN SISTEMA

Para observar y comprender el sitio, los miembros del equipo deben hacer muchas preguntas:

- ¿Cuáles son los patrones climáticos generales del sitio? ¿Cuáles son los microclimas, y cómo y por qué se producen? ¿De qué manera el agua llega al sitio y se retira de él? ¿De qué manera el sol afecta estas condiciones?
- ¿Cómo son los suelos en este sitio? ¿Son francos o de arcilla dura? ¿Alguna vez se utilizó el sitio para la agricultura? ¿Se puede utilizar para hacer crecer alimentos ahora?
- ¿Qué plantas y animales existen en el sitio? ¿Cómo llegaron allí? ¿Están saludables o estresados?
- ¿Cómo llega la energía al sitio? ¿El sitio es remoto o está conectado a una red eléctrica?
- ¿Existen caminos? ¿De qué tipo? ¿A dónde se dirigen? ¿Tienen aceras? ¿De qué manera usan esta infraestructura los ocupantes?
- ¿Qué tipos de edificios hay en el sitio? ¿Qué altura tienen? ¿Cómo se conectan con la calle? ¿Son nuevos o viejos? ¿Están ocupados o vacíos? ¿Para qué se usan?

Una vez que toda la información pertinente acerca del proyecto se ha recopilado y evaluado, es tiempo de volver a los objetivos del proyecto. En función de lo que el equipo ha aprendido acerca de los sistemas del proyecto, sus necesidades y recursos, ¿los objetivos del proyecto tienen sentido? ¿Son alcanzables? ¿Existen otras maneras de cumplir con esos objetivos buscando otros puntos de ventaja en los sistemas? Para un proyecto de renovación, el equipo podría preparar un análisis de brechas donde se comparen las condiciones existentes con los objetivos y se identifiquen las brechas. Según lo que se ha aprendido por medio de la observación, podría ser necesario volver atrás y refinar o revisar los objetivos.

Estudio de caso del proyecto

Crédito de la foto: Josh Partee 2009

ESCUELA CHARTWELL

Las personas involucradas en el desarrollo temprano de la escuela Chartwell en Seaside, California, sabían que el objetivo principal era crear un entorno que uniera los esfuerzos de sustentabilidad con sus objetivos educativos. Después de establecer este objetivo, se creó un documento del programa para explicar cómo se puede unir un edificio sustentable con un entorno de aprendizaje positivo. Al comprender que la luz natural crea una atmósfera positiva para el aprendizaje y que también reduce las necesidades de electricidad y recursos de iluminación de un edificio, el equipo del proyecto descubrió maneras innovadoras para lograr objetivos ambiciosos, como iluminar con luz natural todos los espacios del edificio. Esto los ayudó a lograr otros objetivos del proyecto, incluido obtener la certificación LEED Platino y desarrollar un edificio sin contaminación. Para obtener más información sobre la escuela Chartwell, visite su sitio web en http://www.chartwell.org/.

EXPLORACIÓN Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS Y ESTRATEGIAS

El diseño sustentable requiere un pensamiento metódico a través de los tipos de estrategias para cada aspecto del sistema y evaluar alternativas en función de los objetivos del proyecto mediante un proceso iterativo. Si bien este proceso podría ser más complicado y más costoso que un proceso de diseño convencional, es probable que ayude al equipo a encontrar soluciones que servirán al propietario del proyecto, a los ocupantes y a la comunidad con el paso del tiempo. En general, la fase de evaluación y selección de un proceso de diseño sustentable implica la enumeración de todos los tipos de estrategias y tecnologías que podrían ayudar. Esta amplia lista luego se revisa y las opciones se acotan sobre la base de determinados criterios, como si una estrategia es viable en el sitio, si una tecnología está disponible y si un enfoque es apropiado para el proyecto. Una vez que la lista se ha acotado, se podría requerir un análisis más centrado.

Para algunos proyectos, podría parecer fácil enumerar las alternativas y luego decidir cuál es la mejor. Por ejemplo, cuando se diseña un nuevo programa de gestión de desechos en una ciudad que solo cuenta con dos transportistas de desechos, la opción podría parecer simple. Pero incluso esta situación requiere una investigación exhaustiva. Primero, el equipo recopilaría toda la información pertinente acerca de los dos transportistas de desechos. Quizás descubran que uno cuesta menos pero que el otro tiene un **índice de desvío** para reciclado mayor,[21] el porcentaje de materiales de desecho que se desvía de los métodos de eliminación tradicionales y se reciclan, se compostan o se reutilizan. Un transportista podría aceptar solamente reciclables clasificados pero el equipo ha determinado que un programa mezclado es más apropiado para los ocupantes del proyecto. Elegir entre estos dos sobre la base de la información requeriría revisar los objetivos del equipo. ¿Pero qué sucede si el equipo valora tanto el reciclado como los ahorros de costos? ¿O si otro objetivo es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con los desechos sólidos? Entonces el equipo debería tener que considerar información adicional, como la distancia de cada instalación de gestión de desechos con respecto al sitio del proyecto, los tipos y tamaños de camiones usados para el transporte, y sus factores de emisiones asociados. Quizá habría otras estrategias para los desechos sólidos que el equipo debería considerar, como el compost con materia verde y otra materia orgánica en el lugar o en otra ubicación. Cada tipo de eliminación para cada tipo de material debería tener un factor de emisiones de gases de efecto invernadero diferente, los cuales deben agregarse a las emisiones relacionadas con el transporte.

En ese ejemplo, se ilustran cuatro puntos importantes.

- Cuando se utiliza el pensamiento aplicado a sistemas en un diseño sustentable, a menudo es necesario considerar otra información además de los costos. Una amplia gama de herramientas puede ayudar a los equipos a evaluar componentes de un sistema, incluidos modelado, análisis de ciclo de vida y análisis de costos del ciclo de vida, así como también inventario. Estas herramientas y tecnologías se analizarán en la Sección 4.
- Aun si el sistema se evalúa usando un modelo de computación complejo, la mejor solución dependerá de los objetivos, las métricas y las metas del equipo, así como de sus recursos. Las alternativas deben analizarse y evaluarse en función de los objetivos.

21 Este es un ejemplo hipotético y no pretende suponer que reciclar tiene mayores costos. En muchos casos, los transportistas de desechos con las tasas más altas de reciclado cobran tarifas menores debido a que han diversificado sus flujos de ingresos.

- Si bien se consideran las alternativas como una opción disyuntiva, es posible que haya más de dos opciones. En el ejemplo del transportista de desechos, la pregunta se relaciona más con el tipo de transportista a seleccionar. Cuando se decide entre dos alternativas, el equipo de proyecto debe preguntar si hay una tercera opción (o cuarta, o quinta, etc.). La pregunta puede despertar la creatividad necesaria para encontrar nuevas soluciones que conduzcan a la sustentabilidad.
- En ocasiones, otras variables además de los objetivos, las metas y los costos, podrían hacer que algunas soluciones resulten inadecuadas para el sitio. Diseño sustentable significa encontrar no solo las medidas que se desempeñan mejor en un modelo, sino también las soluciones que se desempeñarán mejor a lo largo de la vida del proyecto.

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Para los proyectos de edificios existentes, el proceso de evaluación debe cumplir con los siguientes pasos:

- establecer objetivos;
- crear valor de referencia para el desempeño;
- identificar las oportunidades de mejoras;
- priorizar y alinear las oportunidades de mejoras con los objetivos del proyecto;
- implementar el programa;
- medir el desempeño y llevar a cabo una verificación de terceros; y
- establecer objetivos nuevos o revisados.

Cuando un enfoque sobre el desempeño requiere el uso de nuevas tecnologías, se debe otorgar tiempo suficiente para realizar pruebas e inspecciones. El proceso de explorar y seleccionar tecnologías y estrategias podría repetirse a medida que haya más información disponible acerca del sistema. Por ejemplo, en el análisis de energía del edificio, el modelo debería llevarse a cabo muy temprano en el proyecto para informar decisiones iniciales. A medida que el proyecto toma forma, el modelo se ejecuta otra vez para evaluar enfoques generales con respecto al diseño del sistema mecánico. El modelo podría refinarse cuando se haya preparado el 50% de los documentos de desarrollo del diseño, y otra vez al 75% y al 90% de su finalización, para analizar los sistemas, controles y otros componentes y estrategias de iluminación cada vez más específicos. Asimismo, los miembros pertinentes del equipo de proyecto (como el agente de comisionamiento) deben revisar regularmente los documentos del modelo, el diseño y la construcción. Estas revisiones de comisionamiento ayudan a asegurar que el diseño cumpla con los objetivos del proyecto definidos al comienzo del proyecto.

A medida que el proyecto avanza, las limitaciones presupuestarias a menudo se tornan evidentes, y es necesario tomar medidas para reducir costos. **El análisis de valor**, una revisión formal basada en la función esperada del proyecto y que se lleva a cabo para identificar alternativas que permiten reducir los costos y mejorar el desempeño, es una parte fundamental del proceso de diseño sustentable. Conceptualmente, esta revisión se adapta bien al diseño sustentable, que siempre se centra en encontrar soluciones más eficientes y de mejor desempeño. No obstante, en la práctica, el análisis de valor es a menudo sinónimo de reducción de costos y se centra tradicionalmente solo en los primeros costos; los sistemas que tienen primeros costos más altos pero menos costos operativos y mayor eficiencia podrían abandonarse. Cualquier ejercicio de análisis de valor debe, en consecuencia, tener en cuenta el panorama general e incluir a todas las partes interesadas de modo que las decisiones respalden los objetivos del proyecto.

IMPLEMENTACIÓN

Una vez que las fases de diseño y planificación se completan, es tiempo de pensar en cada paso de la implementación y anticipar dónde podrían surgir problemas que pongan en riesgo el compromiso del proyecto con la sustentabilidad. Esta planificación inicial puede ayudar a respetar el programa de un proyecto dentro de su presupuesto a la vez que se protegen los objetivos del proyecto.

Tanto en proyectos de diseño-construcción y operaciones y mantenimiento, las primeras actividades de la fase de implementación se centran en afinar las decisiones que se realizan durante la selección del diseño y la estrategia, para garantizar que todas las estrategias seleccionadas son prácticas en virtud de las limitaciones de construcción.

DE LA PLANIFICACIÓN A LA PRÁCTICA

Los planes de gestión para proyectos de construcción de diseño-construcción son extremadamente importantes; se deben desarrollar, implementar y documentar.

Un **plan de prevención de contaminación de agua pluvial** aborda las medidas para evitar la erosión, la sedimentación y las descargas de posibles sustancias contaminantes en las fuentes de agua y humedales.

Un **plan de gestión de calidad ambiental interior** detalla las estrategias para proteger la calidad del aire en el interior para los trabajadores y ocupantes. Debe incluir áreas de trabajo aisladas para evitar la contaminación de espacios ocupados, regulación del tiempo para las actividades de construcción a fin de minimizar la exposición a la liberación de gases residuales, protección del sistema de HVAC contra el polvo, selección de materiales con los niveles mínimos de toxicidad y ventilación profunda del edificio antes de su ocupación.

Un **plan de gestión de desechos** aborda el orden, la recolección y el desecho de residuos generados durante la construcción o renovación. Debe abarcar la gestión de desechos de vertederos como de materiales reciclables.

Para proyectos de operaciones y mantenimiento, la fase de implementación podría ser no tanto un evento sino un proceso continuo. Los ajustes continuos optimizan las operaciones, y los sistemas principales se reacondicionan para que cuenten con la eficiencia y la capacidad de suministrar ahorros de energía y costos. Asegurarse de que todos tienen la capacitación y la información necesarias y comprenden claramente su rol es la clave para llevar a cabo operaciones sustentables y programas de mantenimiento exitosos.

Con los proyectos de diseño-construcción, el proceso de construcción causa daños en el ambiente, pero los efectos pueden gestionarse y reducirse usando prácticas seguras y tecnologías alternativas.

Las siguientes estrategias pueden ayudar a los proyectos a cumplir con los objetivos de sustentabilidad durante la construcción:

- Reducir la cantidad de combustibles fósiles en los equipos de construcción minimizando la nivelación y el movimiento de tierra, así como también usando biocombustible u otros combustibles alternativos.
- Prevenir la contaminación del aire y el agua tratando el polvo e implementando un **plan de prevención de contaminación de aguas pluviales.**

- Garantizar la calidad del aire interior siguiendo un **plan de gestión de calidad del ambiente interior** para proteger los caños y los materiales impermeables, evitar el polvo y proteger todos los espacios ocupados de sustancias contaminantes.
- Minimizar los desechos de vertederos reduciendo los escombros de las construcciones y siguiendo un **plan de gestión de desechos** que aborde la separación y el transporte de desechos, y permita también ahorrar costos.

Como en todas las fases de un proceso de construcción ecológica, los cambios que se realicen durante la implementación deben documentarse cuidadosamente. Si bien la documentación podría llevar tiempo, es necesaria para poder verificar el cumplimiento de los objetivos de sustentabilidad. Ya sea para el cumplimiento con los requisitos regulatorios, la certificación de LEED o cualquier otra verificación de terceros, una documentación clara y organizada a través de la implementación ayudará a garantizar el éxito. La documentación durante la fase de implementación podría incluir pedidos de cambio, cartas de cadena de custodia para verificar que los materiales provienen de una fuente sustentable, tickets de transporte de desechos, planes de gestión de construcción actualizados o revisados, informes de comisionamiento o retrocomisionamiento, u otro documento de LEED. Un registro cuidadoso y el uso compartido de las lecciones aprendidas pueden ayudar a mejorar proyectos futuros y avanzar en el campo de la construcción ecológica.

DESEMPEÑO CONSTANTE

La construcción y las operaciones de proyectos de edificios y vecindarios ecológicos nunca se finalizan realmente. La vida cotidiana en cualquier edificio o comunidad requiere el suministro o la producción de recursos constante, así como mantenimiento de rutina. Aun los sistemas pasivos con menos tecnología necesitan mantenimiento para fomentar un entorno saludable para las personas y prevenir el daño ambiental en el planeta. Los sistemas de calefacción, refrigeración, ventilación y otros deben atenderse debidamente para asegurarse de que funcionan eficazmente y usan cantidades de energía y agua mínimas. Las actividades de mantenimiento deben adaptarse a lo largo del proyecto de modo que se capturen ventajas con el correr del tiempo.

La clave para comprender si un proyecto se está desarrollando de manera sustentable es la información: la información justa en el momento justo. Los datos deben documentar la búsqueda constante de los objetivos de sustentabilidad del proyecto. Los equipos de proyecto podrían verse tentados de recopilar los datos que son fáciles de hacerlo y que pueden usarse como prueba de que el edificio es sustentable; los datos correctos, por el contrario, proporcionan retroalimentación honesta y genuina.

La orientación y capacitación de los ocupantes y el personal deben repetirse a medida que se muden nuevos arrendatarios, se contrate personal y se aprendan lecciones. La educación de los ocupantes del edificio alienta su participación total en oportunidades de sustentabilidad. Ayuda a las partes interesadas a entender su rol en la optimización del desempeño y a comenzar a tener un interés personal en los objetivos de los edificios ecológicos. La educación puede adoptar diversas formas, como almuerzos entre ocupantes, eventos educativos o señalización informativa. Los contratos de arrendamiento, manuales para los ocupantes y manuales de capacitación para el personal ayudarán a los recién llegados a beneficiarse de un proyecto ecológico y contribuir con su éxito. Todos los miembros de la comunidad deberían tener acceso a información acerca de cómo pueden contribuir con la sustentabilidad y se los debería alentar para que participen y sugieran mejoras.

Al igual que con los ajustes habituales y el mantenimiento programado de un automóvil, las inspecciones y el mantenimiento periódicos garantizan que todos los sistemas del edificio están funcionando correctamente y continúan cumpliendo con los objetivos de sustentabilidad a lo largo de la vida del proyecto. El mantenimiento de los sistemas mecánicos, eléctricos y de cañerías es esencial y debe incluirse en los presupuestos para operaciones periódicas. Entre los tipos de inspecciones adicionales que revelan problemas u oportunidades para mejorar podrían incluirse los siguientes:

- Retrocomisionamiento
- Auditorías de energía y agua
- Auditorías de desechos sólidos
- Encuestas para los ocupantes, incluidos análisis de confort térmico y transporte
- Evaluaciones de programas de compras ecológicas y limpieza ecológica.

Estas estrategias se analizarán en la Sección 4.

La medición y verificación constantes son fundamentales para identificar oportunidades de mejoras. Hay sistemas sofisticados de automatización para edificios disponibles para recopilar y crear tendencias de datos de manera continua; el proceso también puede llevarse a cabo manualmente. El siguiente paso crucial es el análisis de datos: Un miembro del equipo con vastos conocimientos debe revisar regularmente los datos, buscar tendencias, picos o valores inusuales que podrían identificar áreas que requieren atención o reparaciones. Estas observaciones también pueden revelar vías para generar nuevos ahorros de costos y energía. Las encuestas luego de la ocupación complementan la recolección de datos basados en el desempeño; indican si el proyecto satisface las necesidades de los ocupantes, si es cómodo y respalda la productividad.

La información correcta debe ubicarse en el lugar correspondiente. Ya sea que eso signifique herramientas de medición diseñadas para uso diario del personal de mantenimiento, materiales de recursos claros y accesibles para los ocupantes y residentes, o recolección e interpretación de los resultados de los sistemas de automatización en el edificio, el flujo de información puede usarse como ciclo de retroalimentación dentro del entorno construido para promover mejoras continuas y avalar el compromiso con la sustentabilidad.

Ya sea que usted se encuentre trabajando en un proyecto pequeño de retroinstalación interior o diseñando una ciudad totalmente nueva, los procesos integrados de diseño y operaciones sustentables respaldan objetivos de sustentabilidad e innovación que conducen a una mejora.

El éxito depende de los siguientes imperativos:

- Comience temprano.
- Encuentre el equipo y el proceso correctos.
- Comprenda los sistemas en el espacio y el tiempo.
- Desarrolle objetivos claros y mensurables.
- Siga un proceso iterativo para garantizar el cumplimiento de los objetivos.
- Comprométase con una mejora continua.

En la siguiente sección se revisarán conceptos específicos y estrategias para los distintos aspectos del diseño, la planificación y las operaciones ecológicos. Cada uno de estos conceptos y estrategias debe verse dentro del contexto del pensamiento aplicado a sistemas, mediante el uso de procesos integrados. Este marco de trabajo alienta a los especialistas en edificios ecológicos a ver los proyectos como un sistema interconectado y, en consecuencia, a encontrar las mejores soluciones para el entorno construido.

Estudio de caso del proyecto

Crédito de la foto: Josh Partee 2009

POTOMAC YARD UNO Y DOS

El proyecto en Potomac Yard uno y dos ciertamente merece un reconocimiento por sus esfuerzos de desempeño continuo. Desde el comienzo, este proyecto estableció un compromiso con la sustentabilidad a largo plazo ya que buscó la certificación de LEED para edificios existentes (LEED for Existing Buildings), al poco tiempo de haber obtenido la certificación Oro con el sistema de clasificación de LEED para nuevas construcciones (LEED for New Construction). La empresa que gestiona la instalación, Jones Lang LaSalle y su ingeniero principal en construcción, Wayne DeGroat, confían en los comentarios sofisticados para garantizar que el equipo mecánico esté logrando un desempeño máximo. Tal como indica DeGroat, esto garantiza que el proyecto continúe logrando las metas de desempeño. “Controlamos todo por medio de nuestro sistema de gestión ambiental (Environmental Management System, EMS). Representa toda nuestra planta mecánica... puedo ver la temperatura del agua, las lecturas del bulbo húmedo, la humedad del aire en el exterior y la temperatura del aire en el exterior”. Hay más información sobre los proyectos de Potomac Yard disponible en http://www.potomacyard.net/.

SECCIÓN 4

CONCEPTOS ESENCIALES DE LOS EDIFICIOS ECOLÓGICOS Y ESTRATEGIAS DE APLICACIÓN

Las primeras secciones de esta guía establecieron una base para la práctica de edificios ecológicos al abordar procesos integrados y las razones para alejarse de la práctica convencional. En esta sección, se parte de esa base al presentar los conceptos fundamentales junto con las estrategias para poner en acción los edificios ecológicos. Es importante tener en mente un enfoque de sistemas, como se analizó en la Sección 2. No obstante, la categorización de conceptos y estrategias brinda un marco para la aplicación.

Si bien existen muchas maneras de organizar proyectos de edificios ecológicos, esta sección sigue las categorías generales asociadas con los sistemas de clasificación LEED (cuyas categorías y títulos específicos varían):

- **Sitios sustentables y ubicación**
- **Eficiencia de agua**
- **Energía y atmósfera**
- **Materiales y recursos**
- **Calidad ambiental interior**
- **Innovación**

A pesar de este marco organizativo, se pueden hallar muchas oportunidades de sinergias tanto dentro de las categorías como entre ellas. Por ejemplo, la ubicación de un proyecto puede tener un efecto significativo sobre las opciones de transporte de los ocupantes, las necesidades energéticas del proyecto y oportunidades potenciales para usar energía renovable.

SITIOS SUSTENTABLES

La ubicación de un edificio es tan importante como la manera en que este se construye. Su conexión con la biorregión local, la cuenca fluvial y la comunidad ayudarán a determinar la manera en que un proyecto puede contribuir con un entorno sustentable. Un proyecto sustentable cumple otras funciones además de la función inmediata del edificio. También debe satisfacer las necesidades de la comunidad local, fomentar una vida urbana activa, promover estilos de vida saludables, proporcionar servicios para el ecosistema y crear sentido respecto del lugar. La selección del sitio y el diseño juegan roles importantes tanto para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero como para ayudar a los proyectos a adaptarse a los efectos del cambio climático. Si las personas pueden usar el transporte público, montar en bicicleta o caminar hasta el edificio, el proyecto ayuda a reducir las emisiones de carbono asociadas con los viajes diarios al trabajo. Un proyecto que está conectado a la comunidad por vías para peatones y sendas para bicicletas alienta a las personas a caminar o usar la bicicleta en lugar de conducir un automóvil, y así no solo ayudan a reducir la contaminación del aire, sino que también promueven la actividad física.

En casos ideales, los proyectos de diseño sustentable comienzan en una de dos maneras: o bien el equipo empieza con un sitio y considera las mejores funciones y usos para esa ubicación en particular, o el equipo empieza con una función y determina la mejor ubicación para ese uso de la tierra. En cualquiera de los casos, al comprender las necesidades y los objetivos del proyecto así como las oportunidades y las limitaciones de una ubicación en particular, el equipo será capaz de encontrar un conjunto de soluciones óptimo.

Cuando se selecciona un sitio, el equipo debe tener en cuenta muchos atributos del sistema general:

- ¿Cuál es el clima local del proyecto?
- ¿El sitio ha sido desarrollado previamente?
- ¿Se encuentra conectado con la infraestructura local y el transporte público?
- ¿Qué especies en el área podría usar el sitio como hábitat y verse afectado?
- ¿Cuál es la naturaleza de la vida urbana en el área, y de qué manera puede el proyecto contribuir con la comunidad?
- ¿Dónde vive y trabaja la gente del área y cómo se trasladan?

Los sistemas de clasificación de LEED abordan la ubicación del proyecto y el diseño del sitio y el mantenimiento a través de los siguientes temas:

- Ubicación y conexión
- Patrón y diseño del vecindario
- Transporte
- Gestión de aguas pluviales
- Efecto isla de calor

UBICACIÓN Y CONEXIÓN

Un buen sitio de proyecto canaliza el desarrollo en lugares donde mejorará, en lugar de empeorar, la línea de base triple. Las mejores ubicaciones son aquellas que promueven un **crecimiento inteligente**, un enfoque que protege el espacio abierto y las tierras de cultivo haciendo hincapié en el desarrollo con opciones de viviendas y transporte cerca de los trabajos, las tiendas y las escuelas. El **desarrollo infill** usa sitios que previamente se han desarrollado o conforman brechas entre estructuras existentes. Esta práctica ayuda a limitar la cantidad de tierra que abarcan los edificios, el pavimento o la infraestructura mientras también utilizan mejor el espacio dentro de las comunidades existentes.

Los sitios de terrenos abandonados (brownfields), en particular, pueden mejorar realmente el desempeño ambiental. La Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency, EPA) de EE. UU define a los **terrenos abandonados (brownfields)** como tierra donde el desarrollo podría verse complicado por la presencia o potencial presencia de sustancias peligrosas o contaminantes.[22] El desarrollo o redesarrollo de terrenos abandonados podría requerir la limpieza de suelos contaminados o aguas subterráneas. Los terrenos abandonados proporcionan verdaderas oportunidades para que los proyectos de edificios ecológicos vayan más allá de la reducción de sus efectos sobre el medio ambiente y mejoren la comunidad.

22 Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (U.S. Environmental Protection Agency), *Definición de terrenos abandonados (brownfields)* (2009), http://epa.gov/brownfields/overview/glossary.htm.

Otros sitios son menos apropiados para el desarrollo. Por ejemplo, el desarrollo de sitios que han sido utilizados para agricultura, llamados **terrenos vírgenes**, y los sitios que se encuentran lejos del desarrollo y la infraestructura existentes aumentarán la superficie de desarrollo total, reducirán la cantidad de tierra disponible para espacios abiertos o agricultura, y fragmentarán el hábitat de vida silvestre; podría alentar el desarrollo por fuera de los límites urbanos. El desarrollo también se ve desanimado en áreas de humedales, zonas de inundación, pendientes pronunciadas y hábitats de especies en peligro de extinción.

Estrategias para abordar la ubicación y las conexiones:

- **Elegir el redesarrollo y el desarrollo infill.** Construir sobre terreno previamente desarrollado y sitios de terrenos abandonados (brownfields).
- **Localizar infraestructura existente cercana.** Evitar ocasionar la dispersión suburbial y el uso de materiales innecesarios mediante la consolidación del desarrollo a lo largo de las calles, líneas de transporte de energía y suministros de agua existentes.
- **Proteger el hábitat.** Dar preferencia a las ubicaciones que no incluyen elementos de sitio y tipos de tierras sensibles.
- **Aumentar la densidad.** Crear una superficie más pequeña y maximizar la proporción piso-área o los pies/metros cuadrados por acre.
- **Aumentar la diversidad.** Ofrecer los servicios más necesarios en las comunidades y fomentar un equilibrio de viviendas y lugares de trabajo.
- **Alentar múltiples modos de transporte.** Permitir que los ocupantes caminen, anden en bicicleta y utilicen el transporte público.

PATRÓN Y DISEÑO DEL VECINDARIO

La disposición y planificación de la comunidad afectan el comportamiento de los ocupantes y los residentes mientras que establecen un estándar para lo que estas ubicaciones valoran. Por ejemplo, en los lugares donde las calles sin salida se conectan con calles de conexión cada vez más anchas, los servicios se agrupan en galerías comerciales y los trabajos se centran en complejos de oficinas, se hace hincapié en la esfera privada y el automóvil. Por otro lado, en comunidades con trazas urbanas conectadas, usos de la tierra diversos y edificios orientados hacia aceras amplias, se hace hincapié en los peatones y la esfera pública. El patrón del vecindario y las estrategias de diseño son aquellos que ayudan a que un proyecto sea fácil de explorar, accesible y atractivo para los peatones. Se hace hincapié en la diversidad de los usos de la tierra, el diseño de las calles y las funciones de la comunidad. Los residentes satisfacen sus necesidades dentro de los vecindarios, incluidos los viajes al trabajo o a la escuela, la búsqueda de lugares de encuentro o juego, y la comida saludable.

Estrategias para patrón y diseño sustentables en el vecindario:

- **Diseñar calles por las que se pueda caminar.** Hacer hincapié en los frentes de los edificios, las fachadas a nivel del suelo, la construcción de proporción de ancho por altura en la calle y aceras. Limitar las velocidades en las calles. Incluir árboles en las calles, sombras, bancos y otros servicios para los peatones.

- **Usar estrategias de desarrollo compactas.** Consolidar el desarrollo aumentando la cantidad de unidades de espacio residencial y los pies/metros cuadrados de espacio comercial por acre.
- **Promover la conectividad.** Limitar las calles sin salida, prohibir las comunidades cerradas y usar un patrón de traza urbana.
- **Proporcionar diversos usos de la tierra.** Incluir una amplia combinación de servicios, como tiendas, restaurantes, escuelas, centros religiosos, almacenes, parques, edificios cívicos e instalaciones recreativas.
- **Crear una comunidad diversa.** Proporcionar tipos de viviendas para una amplia gama de ingresos y capacidades. Incorporar, en lugar de separar, viviendas económicas y para ancianos.
- **Promover el transporte alternativo.** Limitar el estacionamiento, conectar los edificios con el tránsito público y las sendas para bicicletas, y proporcionar centros de tránsito.
- **Respaldar el acceso a alimentos sustentables.** Incluir jardines comunitarios, mercados de agricultores, granjas urbanas y programas de agricultura avalados por la comunidad. Asegurarse de que todos los residentes tengan acceso fácil a almacenes y otras opciones de alimentos además de la comida rápida.

TRANSPORTE

De acuerdo con la Administración de Información Energética (Energy Information Administration, EIA) de Estados Unidos, el transporte representó el 33% del total de emisiones de gases de efecto invernadero en los EE. UU. en 2008.[23] Mundialmente, el transporte es responsable del 13.5% del total de emisiones de dióxido de carbono.[24] Generalmente, esto es el resultado de tres factores fundamentales: Uso de la tierra, tecnología vehicular y combustibles para el transporte.

Si se presta atención a cada uno de esos factores, es posible reducir las consecuencias del transporte. Las decisiones sobre el uso de la tierra pueden ayudar a reducir la longitud y la frecuencia de los viajes en vehículos y alientan el cambio hacia modos de transporte más sustentables. La tecnología vehicular determina la cantidad y los tipos de sistemas de energía y soporte necesarios para trasladar a personas y bienes al sitio. El combustible determina el impacto ambiental de la operación vehicular. Los esfuerzos actuales por mejorar la eficiencia de combustible para vehículos y reducir la intensidad de carbono del combustible de los motores podría no ser suficiente para cumplir con los objetivos de reducción de gases de efecto invernadero a menos que estén acompañados por cambios significativos en el uso de la tierra y el comportamiento

23 Administración de información de energía de EE. UU., *Informe sobre emisiones de gases de efecto invernadero* (8 de diciembre de 2009), http://www.eia.doe.gov/oiaf/1605/ggrpt/.

24 K. Baumert, T. Herzog y J. Pershing, *Explorar los números: Datos sobre gases de efecto invernadero y política climática internacional (Navigating the Numbers: Greenhouse Gas Data and International Climate Policy)* (Washington, D.C.: World Resources Institute, 2005).

humano. Independientemente de las inversiones importantes en tecnología y energía alternativa, una planificación defectuosa puede causar un aumento neto en las emisiones de gases de efecto invernadero a medida que las personas que viajan al trabajo consideran las opciones de transporte para ir al trabajo, a la escuela, a su hogar o para hacer trámites.

Promover el transporte alternativo como una opción viable y conveniente mediante la selección del sitio, el diseño y los incentivos beneficia tanto a los ocupantes del edificio como al desarrollador. Los sistemas de clasificación de LEED le otorgan flexibilidad a los equipos de proyecto al momento de considerar las necesidades específicas del sitio y las oportunidades para el transporte alternativo. Los equipos de proyectos pueden reducir los efectos del transporte garantizando el acceso a modos de transporte alternativos, alentando a caminar y andar en bicicleta, y proporcionando instalaciones de combustible para vehículos con combustible alternativo. A los equipos de proyecto también se los recompensa por reducir la cantidad y la duración de los viajes en automóvil mediante la localización en áreas de alta densidad o sitios de infill que ya tienen transporte masivo, donde los ocupantes y los visitantes pueden usar más fácilmente las redes de transporte existentes. Los sitios sin acceso al transporte público están en desventaja y podrían requerir atención adicional en torno al transporte, especialmente respecto al diseño del uso de la tierra y a los combustibles alternativos. Aún es posible para un proyecto de esta índole reducir significativamente los efectos del transporte si el equipo se centra en la conectividad local y la eficiencia energética de los vehículos usados para satisfacer estas necesidades. Por ejemplo, un complejo de oficinas sin acceso al tránsito podría proporcionar incentivos para compartir el transporte, incorporar diversos usos de la tierra que permitan a los trabajadores caminar hasta los servicios básicos o facilitar el uso de vehículos con combustible alternativo como los híbridos eléctricos.

Estrategias para abordar el diseño y la planificación del transporte:

- **Ubicarse cerca del tránsito público.** Seleccionar un sitio de proyecto en un área que cuente con los servicios de una red de transporte existente.
- **Limitar el estacionamiento.** La falta de lugares de estacionamiento en el sitio del proyecto despertará el interés en opciones de transporte alternativo.
- **Alentar el uso de bicicletas.** Instalar soportes para bicicletas seguros y duchas para las personas que viajan al trabajo.

Estrategias para abordar las operaciones y el mantenimiento del transporte:

- **Alentar el uso compartido de vehículos.** Designar espacios preferidos para vehículos de uso compartido en el área de estacionamiento.
- **Promover vehículos con combustible alternativo.** Ofrecer una estación de carga de combustible conveniente en el sitio.
- **Ofrecer incentivos.** Desarrollar un programa de incentivos para viajar al trabajo en un modo de transporte alternativo para los ocupantes del edificio.
- **Fomentar el transporte alternativo.** Promover alternativas a los viajes al trabajo en vehículos utilizados por una sola persona en el edificio o nivel de la ciudad.

LEED EN LA PRÁCTICA

Ubicaciones inteligentes y LEED para desarrollo de vecindario (LEED for Neighborhood Development)

LEED para desarrollo de vecindario (LEED for Neighborhood Development) fomenta el desarrollo dentro de las comunidades existentes o cerca de ellas, o la infraestructura del transporte público. El objetivo es reducir los viajes en vehículos y las millas/kilómetros recorridos, y alentar la caminata como opción de transporte. Esto promueve la salud pública y una vida comunitaria vibrante.

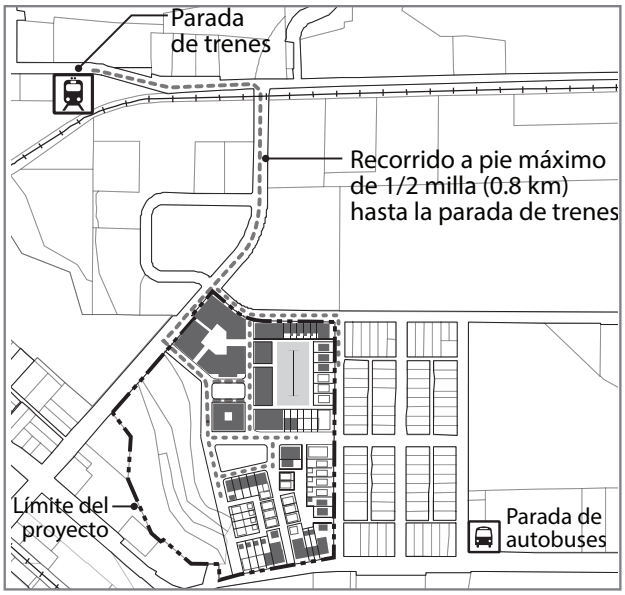


Figura 4.1. Ilustración de la evaluación de una distancia a pie hacia el transporte público de ½ milla (0.8 km), una medida de una "Ubicación inteligente".
(Fuente: Guía de referencia LEED para el desarrollo de un vecindario ecológico [LEED Reference Guide for Green for Neighborhood Development], Washington, DC, 2009)

Una de las medidas de la "ubicación inteligente" es el acceso al servicio de transporte masivo. LEED reconoce proyectos que ubican las entradas de las viviendas a una cierta distancia a pie de las paradas de autobuses, tránsito rápido, estaciones de trenes para pocos o muchos pasajeros, terminales de ferry o terminales de tranvías.

DISEÑO Y GESTIÓN DEL SITIO

Los proyectos podrían establecer objetivos amplios para la gestión y el diseño sustentables de un sitio, como la reducción de los impactos ambientales de la jardinería paisajista, la minimización de los costos de mantenimiento, y la contribución con la restauración y la regeneración de un área. Alcanzar estos objetivos requiere una selección cuidadosa de plantas, integración de sistemas de riego innovadores y un nuevo enfoque con respecto al diseño de iluminación exterior.

Las estrategias para diseñar y mantener un sitio sustentable pueden incluir la selección de especies nativas y adaptadas que crecen con fuerza sin riego, pesticidas ni fertilizantes. Determinadas plantas pueden mejorar los nutrientes del suelo, respaldar los objetivos del proyecto regenerativos; otras evitan las plagas naturalmente. También se pueden seleccionar plantas para minimizar la **evapotranspiración**, que es el regreso del agua a la atmósfera a través de la evaporación de las hojas de las plantas. Esta característica es importante en climas áridos. La selección estratégica de plantas crea un hábitat de vida silvestre y respalda la **gestión integrada de control de plagas (integrated pest management, IPM)**, un enfoque sustentable que combina el conocimiento sobre plagas, el medio ambiente y los métodos de prevención y control de plagas para minimizar la invasión y el daño de plagas usando los medios más económicos, a la vez que se minimizan los riesgos para las personas, los bienes materiales y el medio ambiente.

La colocación estratégica de superficies duras funcionales y decorativas en el sitio del proyecto podrían reducir la cantidad de **área impermeabilizada**, superficies que se han compactado o están cubiertas de materiales que no permiten que el agua se infiltre. Entre las áreas impermeabilizadas que se encuentran en un entorno construido se incluyen: concreto, ladrillo,

piedra, asfalto y superficies selladas. Las estrategias para reducir la cantidad de superficies duras incluyen el uso de sistemas de pavimentación permeable para lotes de estacionamiento, senderos y áreas decorativas, como patios. Las áreas de pavimentación permeable permiten que las aguas pluviales se infiltren y también que se reduzcan los efectos islas de calor.

Las ventajas del diseño y la gestión de sitios sustentables van mucho más allá de los límites de un proyecto. La iluminación del sitio puede proporcionar iluminación adecuada por la noche mientras se preserva la integridad del cielo nocturno. Mediante la reducción del reflejo y el contraste entre las áreas oscuras y luminosas, que puede disminuir la visión nocturna, el diseño de iluminación inteligente puede realmente mejorar la seguridad del sitio mientras mantiene las vistas de las estrellas y disminuye el estrés de los animales nocturnos. Para lograr dichos objetivos, los equipos evitan la iluminación superior y la sobreiluminación, dirigen los artefactos de iluminación de corte completos hacia abajo para iluminar senderos y salidas, y protegen los artefactos para prevenir la **intrusión lumínica**, la salida de la luz por fuera de los límites del proyecto. Por la noche, los materiales del pavimento reflectantes ayudan a distribuir la luz por todo el sitio, lo que reduce la cantidad de artefactos de iluminación necesarios para iluminar con seguridad el área mientras se ahorra energía. Donde se necesitan niveles de luces más altos, existen temporizadores que apagan las luces tarde por la noche.

Estrategias para desarrollar un diseño de sitio sustentable:

- **Minimizar las superficies duras.** Diseñar caminos de entrada y senderos con inteligencia. Reemplazar las superficies permeables por pavimentos tradicionales.
- **Usar el paisaje nativo.** Seleccionar plantas que sean nativas al área tanto para reducir el uso del agua como para proporcionar un hábitat para las aves y otras especies locales. Incorporar mantillo en el paisaje para formar el suelo y eliminar las malas hierbas naturalmente.
- **Evitar la contaminación luminosa.** Evitar la iluminación superior, el reflejo y la intrusión mediante el uso de artefactos de iluminación protegidos y un diseño de iluminación inteligente.
- **Preservar los espacios abiertos y las áreas sensibles.** Consolidar la superficie de desarrollo, y proteger y restaurar la vegetación natural, las áreas de humedales y los cuerpos de agua.
- **Proteger y restaurar el hábitat.** Áreas designadas como hábitat protegido y espacios abiertos durante toda la vida útil del proyecto. Desarrollar un programa de gestión de la conservación para asegurarse de que el entorno natural se encuentra protegido. Considerar poner las áreas protegidas en un fideicomiso de tierras.

Estrategias para operaciones y mantenimiento sustentables del sitio:

- **Desarrollar un plan de gestión de sitios sustentables.** El plan debe abordar la aplicación de productos químicos y la limpieza de superficies duras y el exterior del edificio, y debería incluir un programa de gestión integrada de control de plagas.
- **Implementar programas de conservación.** Trabajar con ecologistas y organizaciones sin fines de lucro para implementar programas de conservación que protejan a las especies y el hábitat.

- **Realizar un mantenimiento de la iluminación del sitio para prevenir la contaminación luminosa.** Asegurarse de que los artefactos de iluminación se reemplacen de acuerdo al diseño original. Si se necesitan niveles de iluminación más altos, incluir temporizadores que apaguen las luces automáticamente luego de cierta hora.

GESTIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Los sistemas de aguas pluviales de la mayoría de las áreas urbanas de EE. UU. tratan a las precipitaciones como un problema que debe solucionarse en el área tan rápido como sea posible para prevenir inundaciones. El resultado, combinado con el límite en constante expansión de la zona urbana y el aumento de calles pavimentadas y superficies duras, está dañando la función de la cuenca fluvial. La alternativa (aplicar procesos integrados basados en sistemas a la gestión de aguas pluviales) alienta a los equipos a imitar los sistemas naturales ralentizando el flujo del agua y haciendo hincapié en la retención de agua en las instalaciones. Estos pueden incrementar la infiltración de precipitaciones en la tierra, capturarla y reutilizarla; y usar procesos naturales para tratar el remanente de agua que sale de la propiedad.

Las superficies impermeabilizadas, como el asfalto y el concreto, evitan la percolación y la infiltración, y fomentan la escorrentía de agua, lo que ocasiona erosión del suelo y, en algunos lugares, sedimentación de corrientes de agua locales. Esta escorrentía también puede transportar sustancias químicas nocivas al sistema de agua, degradar la calidad del agua superficial y dañar la vida acuática y las oportunidades de recreación en aguas receptoras. Esta **contaminación de fuente no puntual**, a partir de usos difusos de la tierra en lugar de una instalación única, es una de las amenazas más grandes para la calidad del agua superficial y los ecosistemas acuáticos.

LEED reconoce y alienta la planificación, el diseño y las prácticas operativas que controlan las aguas pluviales y protegen la calidad del agua superficial y subterránea. Muchas de estas soluciones están dentro del alcance del **desarrollo de bajo impacto (low impact development, LID)**, un enfoque para la gestión de tierras que imita los sistemas naturales para gestionar el agua pluvial lo más cercano posible a la fuente.[25] Incluye la minimización de superficies impermeabilizadas, la protección del suelo y las mejoras a la vegetación nativa. El Departamento de Recursos Ambientales en el condado de Prince George, Maryland, por ejemplo, utiliza medidas de control de LID que integran cinco componentes: planificación del sitio, análisis hidrológico, prácticas de gestión integrada, control de erosión y sedimentación, y alcance público. Este enfoque protege el agua superficial gestionando las aguas pluviales en el sitio y creando reservas entre los recursos de desarrollo y de agua.

La gestión de aguas pluviales también puede incluir la recolección y reutilización de agua para propósitos no potables, como el riego del paisaje, las descargas de inodoros y orinales, y los usos de limpieza/mantenimiento. Esto ayuda a reducir la escorrentía de aguas pluviales mientras se evita el consumo innecesario de agua potable costosa y que requiere gran cantidad de energía. La estrategia ilustra la importancia de comprender las condiciones ambientales de una región. Por ejemplo, en el este de los Estados Unidos, la recolección de agua en el sitio a menudo se alienta como parte de los esfuerzos por ralentizar la escorrentía de las aguas pluviales y reducir la contaminación de fuente no puntual. Por el contrario, en algunos estados occidentales, las leyes sobre el agua de larga data prohíben la recolección de agua en el lugar porque esta es para los usuarios de los cursos inferiores de los ríos.

25 Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (U.S. Environmental Protection Agency), *Desarrollo de bajo impacto* (2011), http://www.epa.gov/owow/NPS/lid/.

Estrategias para gestión de aguas pluviales a través del diseño:

- **Minimizar áreas impermeabilizadas.** Aumentar el área de superficies permeables, como los techos verdes, el pavimento poroso y los adoquines para traza urbana.
- **Controlar las aguas pluviales.** Instalar lagunas secas, jardines pluviales, **biocanales de drenaje** y funciones similares en el paisaje diseñadas para contener agua y ralentizar el índice de escorrentía.
- **Incorporar la gestión de aguas pluviales al diseño del sitio.** Usar características que cumplen múltiples funciones, como macetones que recolectan agua de lluvia, calles que incluyen biocanales de drenaje para capturar y conservar agua de lluvia, y mantillo que forma el suelo y conserva la humedad.

Estrategias para gestionar las aguas pluviales en operaciones y mantenimiento:

- **Redireccionar las aguas pluviales.** Dirigir la escorrentía a las lagunas secas, los jardines pluviales, los biocanales de drenaje y otras características del paisaje que retienen agua.
- **Recolectar agua de lluvia.** En muchas jurisdicciones, el agua que se recolecta puede usarse en sistemas edilicios, como agua de proceso, para inodoros o riego.

EFECTO ISLA DE CALOR

Las ciudades son por lo general más cálidas que las áreas rurales cercanas. Las superficies oscuras y planas de las calles, los lotes de estacionamiento y los techos alquitranados absorben y retienen el calor del sol durante el día y lo irradian muy lentamente por la noche. El resultado, conocido como **efecto isla de calor**, es un incremento de la temperatura del aire en un área desarrollada en comparación con un área no desarrollada. La mayor absorción de calor en áreas urbanas presenta diversas consecuencias:

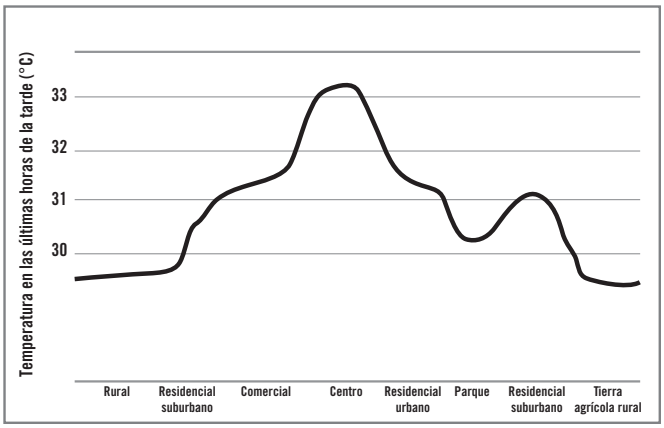


Figura 4.2. Diagrama de efecto isla de calor

- El uso adicional de aire acondicionado aumenta la demanda y los costos energéticos. El aumento en los costos energéticos es drástico porque la demanda más alta de aire acondicionado se produce durante las horas pico de consumo de energía.
- Las poblaciones de especies silvestres que no se han adaptado a las altas temperaturas (y sus efectos sobre el entorno, incluidos cambios en la disponibilidad de recursos) disminuyen.
- Las especies silvestres que no se han adaptado a las altas temperaturas (y sus efectos sobre el entorno, incluidos cambios en la disponibilidad de recursos) disminuyen.

Para mitigar esos efectos nocivos, los equipos de proyecto pueden instalar superficies que tengan un alto nivel de **albedo** o un **índice de reflectancia solar (SRI)** alto. El albedo es una medida de reflectancia. El SRI combina reflectancia con **emisividad**, o la capacidad que tiene un material de emitir energía a través de la radiación. El uso de materiales reflectantes y aquellos con valores de SRI altos reduce la ganancia de calor, y así aumenta el confort y disminuye la demanda de aire acondicionado. Los materiales que ayudan a reducir el efecto isla de calor incluyen pavimento de concreto (en lugar de asfalto), techos de color blanco y techos "verdes" con vegetación.

Estrategias para reducir el efecto isla de calor:

- **Instalar superficies reflectantes en los techos.** Los techos de colores claros o blancos absorben menos calor.
- **Reducir el área de superficies pavimentadas expuestas a la luz del sol.** Limitar la cantidad de superficies duras. Diseñar calles angostas, usar pavimento de color claro, dar sombra a las superficies duras con vegetación exuberante, ubicar los estacionamientos en niveles subterráneos.
- **Plantar un bosque urbano o un techo verde.** Usar árboles, arbustos y jardinería paisajista en las calles para reducir los efectos islas de calor por medio de la evapotranspiración así como para dar sombra.

EFICIENCIA DE AGUA

La Encuesta geológica de los EE. UU. (U.S. Geological Survey, USGS) calcula que en los Estados Unidos se usan más de 400 mil millones de galones de agua por día. El funcionamiento de edificios, incluidos los jardines, da cuenta de aproximadamente 47 mil millones de galones diarios: el 12% del total de uso del agua.[26] A medida que se expande el desarrollo residencial, comercial, industrial y de otra índole, también lo hace el uso del suministro limitado de **agua potable**, agua apta para beber. La mayoría de los edificios dependen de las fuentes municipales de agua potable para satisfacer sus necesidades, desde las descargas de inodoros, hasta el lavado de vajilla y el riego de jardines. La alta demanda agota el suministro y en condiciones extremas exige el racionamiento del agua. Asimismo, grandes cantidades de aguas residuales pueden inundar las instalaciones de tratamiento, y el flujo excedente no tratado puede contaminar ríos, lagos y napas de agua con bacterias, nitrógeno, metales tóxicos y otras sustancias contaminantes. Para evitar dañar de esta manera el ecosistema, se deben construir plantas de tratamiento y suministro municipales, con fondos del dinero público. El bombeo y tratamiento del agua, tanto de la que ingresa al proyecto como de la que sale, también requiere energía, cuya producción genera emisiones de gases de efecto invernadero adicionales.

26 S.S. Hutson, N.L. Barber, J.F. Kenny, K.S. Linsey, D.S. Lumia y M.A. Maupin, *Uso estimado de agua en Estados Unidos en el año 2000* (2004), http://pubs.usgs.gov/circ/2004/circ1268/pdf/circular1268.pdf.

La construcción ecológica fomenta estrategias innovadoras para el ahorro de agua que ayudan a los proyectos a usar el agua con discreción. Los equipos de proyecto pueden seguir un proceso integrado para comenzar a evaluar los recursos de agua existentes, las oportunidades para reducir la demanda de agua y los suministros de agua alternativos. Por ejemplo, gran parte del agua que abandona el sitio en forma de aguas residuales o escorrentía de aguas pluviales puede, de hecho, usarse para funciones no potables.

Entre las preguntas orientadoras que un equipo debe tener en cuenta durante este proceso, podrían incluirse las siguientes:

- ¿Qué cantidad de precipitaciones cae en el sitio cada año?
- ¿De qué manera se puede utilizar el agua en el sitio y cómo puede reducirse esta cantidad?
- ¿Cuáles son las fuentes de **aguas grises,** como la de las duchas y lavabos, que fácilmente pueden recolectarse y reutilizarse para usos no potables como el riego?

Algunos equipos de proyecto usan las precipitaciones anuales en el sitio para determinar la cantidad de agua que deberían usar. Es evidente que el enfoque con respecto al **balance de agua** es más alcanzable para los proyectos que reciben más lluvia y requieren menos riego. No obstante, los proyectos en todo el país están experimentando con este objetivo. Requiere reducir la demanda mediante el diseño de sitios que minimicen o eliminen la necesidad de riego, y mediante la instalación de accesorios de plomería que conservan el agua (como los lavatorios de bajo flujo e inodoros de doble descarga) o eliminan la demanda por completo (como los orinales sin agua y los inodoros de compostaje). Asimismo, se pueden utilizar aguas pluviales recolectadas y aguas grises tratadas en lugar de agua potable para las descargas de inodoros, el riego y las torres de enfriamiento.

El valor de una medida en particular para los esfuerzos de conservación del agua generales depende de los usos finales en el proyecto. Por ejemplo, los edificios de oficinas por lo general carecen de grandes instalaciones de lavandería y cocina; el agua se utiliza para los sistemas de HVAC, las salas de descanso y los jardines. Por contraste, los fregaderos y los lavavajillas de las cocinas dominan el uso final en el caso de los restaurantes. Se puede usar un perfil de uso final del agua para ayudar a los equipos de proyecto a identificar a los principales usuarios de agua y evaluar la rentabilidad de las estrategias de conservación específicas, ya sean accesorios de bajo flujo, tecnología de riego o sistemas de torres de enfriamiento eficientes.

Las estrategias de eficiencia, combinadas con los sistemas de monitoreo que realizan un seguimiento del consumo de agua e identifican problemas a medida que surgen, pueden mejorar significativamente la conservación del agua en comparación con el uso del agua en edificios convencionales. LEED recompensa a aquellos proyectos que logran reducir la demanda de agua y reutilizar el agua para usos interiores y exteriores.

USO DEL AGUA INTERIOR

El uso interior incluye agua para orinales, inodoros, duchas, fregaderos de cocina o lavabos en las salas de descanso, y otras aplicaciones tradicionales de los edificios ocupados. El uso del agua en interiores puede reducirse mediante la instalación de accesorios y apliques eficientes en el uso del agua, que utilizan agua no potable para cumplir funciones de descarga; y

mediante la instalación de submedidores para realizar un seguimiento y registrar las tendencias de uso del agua, revisar el desempeño de los accesorios e identificar problemas. Los edificios también utilizan cantidades significativas de agua para distintos procesos y sistemas industriales, como las torres de enfriamiento, las calderas y los enfriadores. Estos sistemas proporcionan tanto calor como aire frío y agua para las operaciones del edificio. El agua de proceso también incluye el agua que se usa para determinadas operaciones en el edificio (p. ej., máquinas de lavado, lavavajillas). Los proyectos en edificios comerciales pueden reducir el uso del agua seleccionando torres de enfriamiento, enfriadores, calderas y otros equipos eficientes, y sustituyendo el agua de lluvia recolectada y el agua no potable para determinadas aplicaciones.

Comprender cómo se está utilizando el agua permite a los equipos identificar dónde deberían concentrar sus esfuerzos de conservación. Los submedidores informan la cantidad de agua que se está utilizando en los sistemas y accesorios, y alertan a los administradores ante filtraciones y otras ineficiencias. Medir la pérdida de agua por evaporación durante el funcionamiento de la torre de enfriamiento puede proporcionar información de suma importancia. Las instalaciones podrían ser capaces de recibir crédito de la empresa de servicios públicos para cargos por cloacas si lograsen reducir la cantidad de agua que ingresa al sistema de cloacas.

Estrategias para reducir el uso del agua en interiores:

- **Instalar accesorios de plomería eficientes.** Instalar nuevos accesorios de bajo flujo, incluidos lavatorios, fregaderos de cocina y duchas, inodoros de doble descarga, orinales sin agua e inodoros de compostaje de bajo flujo. Los accesorios de bajo flujo utilizan menos agua que la que se especifica en la Ley de Política Energética (EPAct) de 1992. Seleccione productos con la etiqueta de EPA WaterSense y EnergyStar. En edificios existentes, si un repuesto de porcelana es muy costoso, se deben instalar nuevas válvulas de descarga o válvulas reductoras de flujo (p. ej., aireadores) para lograr obtener ahorros en el uso del agua.
- **Usar agua no potable.** Si la ley lo permite, usar agua de lluvia recolectada, aguas grises o agua recuperada proporcionada por la municipalidad para los accesorios de descarga. Diseñar e instalar sistemas de plomería capaces de usar agua de lluvia recolectada o aguas grises en accesorios de descarga. Usar aguas grises no es una opción en todas las municipalidades, de modo que es importante verificar las leyes antes de planear el uso de esta estrategia.
- **Instalar submedidores.** Medir los sistemas de agua interiores y supervisar los datos para realizar un seguimiento de las tendencias de consumo, determinar el desempeño de los accesorios y detectar fugas.

USO DEL AGUA EN EXTERIORES

El riego de jardines, un componente significativo del uso del agua en muchos edificios comerciales, presenta una oportunidad importante para conservar agua. Las reducciones en los riegos pueden lograrse especificando tecnología inteligente para jardines y riego con eficiencia de agua, usando agua no potable e instalando submedidores para realizar un seguimiento y un registro de las tendencias de riego.

Las especies nativas y adaptadas avalan los objetivos de eficiencia en el uso del agua, ya que estas plantas por lo general no necesitan regarse. **Xeriscaping** es el uso de plantas nativas o adaptadas, tolerantes a las sequías, junto con rocas, mantillo y otros elementos de jardinería. Los sistemas de riego de alto desempeño, como los sistemas de goteo y los de distribución de burbuja, canalizan el agua directamente a los sistemas de raíces; los controladores de riego basados en el clima responden a las condiciones climáticas. El uso de agua potable para riego puede reducirse aún más usando agua no potable para aplicaciones exteriores. Finalmente, al igual que con el uso de agua interior, las submediciones ayudan a los equipos a entender cuánta cantidad de agua se está utilizando para riego.

Estrategias para reducir el uso de agua en exteriores:

- **Elegir plantas adaptadas localmente.** Jardines con plantas nativas y adaptadas que requieren menos agua. Estas plantas tienen la ventaja adicional de proporcionar un hábitat para la vida silvestre nativa.
- **Usar xeriscaping.** Estas plantas tolerantes a las sequías tienen muy pocas necesidades de riego. Especialmente en regiones áridas, implementar los principios del xeriscaping al momento de diseñar el paisaje del sitio.
- **Seleccionar tecnologías de riego eficientes.** Los sistemas de goteo y burbuja, y los controladores basados en el clima permiten ahorrar agua.
- **Usar agua no potable.** El agua de lluvia recolectada, las aguas grises o las aguas recuperadas municipales son aptas para el riego.
- **Instalar submedidores.** Medir el sistema de riego para realizar un seguimiento del consumo de agua e identificar pérdidas.

ENERGÍA Y ATMÓSFERA

La energía ha surgido como un asunto económico fundamental y una prioridad clave para los creadores de políticas. El suministro y la demanda de energía sustentable tienen implicancias graves para todo, desde presupuestos hogareños hasta relaciones internacionales. Los edificios están primeros en este asunto debido al alto consumo energético. Los estudios han mostrado repetidamente que los edificios eficientes y el uso apropiado de la tierra ofrecen oportunidades de ahorrar dinero a la vez que se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero. Un estudio de este tipo, que llevó a cabo el New Buildings Institute, investigó 121 edificios de oficinas comerciales certificados por LEED en los Estados Unidos, y descubrió que usaban un 24% menos de energía que el promedio nacional. Casi la mitad de los edificios en el estudio alcanzaron una puntuación de 75 o más como **Gestor de cartera ENERGY STAR**, con una puntuación promedio final de 68.[27]

27 C. Turner y M. Frankel, *Desempeño energético de LEED para nuevas construcciones (Energy Performance of LEED for New Construction Buildings)* (4 de marzo de 2008), http://www.newbuildings.org/sites/default/files/Energy_Performance_of_LEED-NC_Buildings-Final_3-4-08b.pdf.

La EPA estableció el **Gestor de cartera ENERGY STAR** como parte del programa de ENERGY STAR. Se trata de una herramienta de gestión interactiva en línea que permite el seguimiento y la evaluación del consumo de energía y de agua. En el Gestor de cartera, una puntuación de 50 representa un desempeño edilicio promedio. En el estudio del New Buildings Institute, también se recopilaron datos que sugieren que un porcentaje significativo de edificios se desempeñaron por debajo de sus valores de referencia. Este hallazgo refuerza la importancia de los sistemas de comisionamiento y el desempeño de monitoreo de modo que los edificios ecológicos puedan mantener sus eficiencias y alcanzar todo su potencial con el paso del tiempo.

El diseño y las operaciones de los edificios, vecindarios y comunidades pueden aumentar drásticamente su eficiencia energética y las ventajas de tener suministros más limpios de energía renovable.

Seguir un proceso integrado ayuda a identificar estrategias de sinergias para las siguientes áreas:

- Demanda energética
- Eficiencia energética
- Energía renovable
- Desempeño continuo

DEMANDA ENERGÉTICA

El ahorro energético comienza con la conservación: reducir la demanda energética. Los edificios y vecindarios ecológicos pueden reducir la demanda energética captando energía natural incidente, como la luz natural, el viento y el potencial geotérmico, para reducir las cargas. Por ejemplo:

- La planificación de la comunidad puede avalar las configuraciones edilicias que minimicen la ganancia solar en el verano y la maximicen en el invierno.
- Los edificios adyacentes pueden diseñarse para que proporcionen sombra y se brinden aislamiento unos con otros.
- Los diseños de edificios que incorporan estrategias pasivas, como la luz natural, masa térmica y ventilación natural, reducen la demanda de luz artificial, calefacción y refrigeración.
- Las tecnologías y los procesos pueden usarse para ayudar a los ocupantes a entender sus patrones de consumo energético y reducir la demanda energética tanto individual como colectivamente.

Además de reducir la demanda, la construcción ecológica fomenta métodos sustentables para satisfacer las necesidades energéticas. Esto podría aplicarse especialmente al tratar el uso de **refrigerantes** en un proyecto, que son sustancias que se usan para la refrigeración de sistemas. Los refrigerantes se emplearon enormemente a lo largo de todo el siglo XX para transferir energía térmica en sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Si bien estas sustancias poseen propiedades funcionales excepcionales, también tienen efectos colaterales nocivos sobre el medio ambiente. En la década de 1980, las nuevas investigaciones demostraron que ciertos refrigerantes para sistemas edilicios estaban reduciendo el ozono estratosférico, un gas que protege la salud de las personas y el medio ambiente mediante la absorción de radiación nociva de rayos UV, y contribuían así al cambio climático. El **protocolo de Montreal** prohibió

subsiguientemente la producción de refrigerantes con **clorofluorocarbono (chlorofluorocarbon, CFC)** y está eliminando gradualmente los refrigerantes con **hidroclorofluorocarbono (hydrochlorofluorocarbon, HCFC)**. Los CFC y HCFC son compuestos químicos orgánicos conocidos por su potencial para destruir la capa de ozono.

Para lograr obtener la certificación de LEED, los nuevos edificios no pueden usar refrigerantes a base de CFC, y los edificios existentes deben eliminarlos totalmente antes de completar el proyecto. LEED otorga puntos por proyectos que evitan totalmente el uso de refrigerantes o seleccionan refrigerantes que equilibran las preocupaciones en torno a la destrucción de la capa de ozono y el cambio climático. LEED reconoce que, si bien no existen refrigerantes perfectos, es posible considerar minuciosamente las características de desempeño y los efectos ambientales, y seleccionar un refrigerante que ofrezca un nivel de compensación aceptable.

Si juntamos todo, las estrategias de reducción de demanda proporcionan las bases para más esfuerzos de eficiencia energética y el uso eficaz de energía renovable.

Estrategias para reducir la demanda de energía en diseño y planificación:

- **Establecer objetivos energéticos y de diseño.** Fijar metas y establecer indicadores de desempeño al comienzo de un proyecto, y verificar periódicamente su cumplimiento.
- **Dimensionar el edificio de manera adecuada.** Una instalación más grande de lo necesario para cumplir con su función genera una demanda energética costosa, y que produce mucho desperdicio.
- **Usar energía gratuita.** Orientar las instalaciones para obtener las ventajas que ofrece la ventilación natural, la energía solar y la luz natural.
- **Insulate.** Design the building envelope to insulate efficiently against heating and cooling losses.

Estrategias para reducir la demanda de energía en operaciones y mantenimiento:

- **Usar energía gratuita.** Utilizar la orientación y la sombra, las ventanas y la ventilación adecuadas de las instalaciones para aprovechar la ventilación natural, la energía solar y la iluminación natural.
- **Supervisar el consumo.** Utilizar sistemas de control de la energía y de retroalimentación para promover la reducción de demanda de energía por parte de los ocupantes.

LEED EN LA PRÁCTICA

Reducción de la demanda mediante la reducción del tamaño del edificio.

La demanda de energía aumenta por lo general en relación directa con el tamaño del edificio: cuantos más pies/metros cuadrados tiene un edificio, mayor es la cantidad de energía que se consume. Si bien existen excepciones, la relación entre los pies/metros cuadrados y el consumo es muy estrecha.

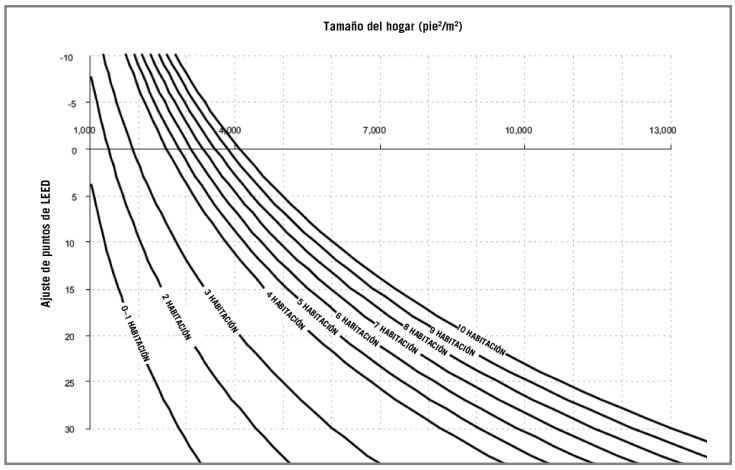


Figura 4.3. Cuadro de ajuste de tamaño del hogar de LEED para hogares (LEED for Homes) (Fuente: Guía referencia de LEED para hogares [LEED for Homes Reference Guide], Segunda edición 2009, Washington, DC, 2009).

El sistema de clasificación LEED para hogares (LEED for Homes) incluye un ajuste para compensar el efecto de los pies/metros cuadrados en el consumo de recursos al ajustar los umbrales de puntos para las clasificaciones Certified, Silver, Gold y Platinum (Certificado, Plata, Oro y Platino) en función del tamaño del hogar (Figura 4.3). El ajuste se aplica a todos los créditos LEED para hogares (LEED for Homes) y no solamente a las estrategias relacionadas con la energía y la atmósfera.

El ajuste da cuenta en forma explícita de los impactos que el material y la energía tienen sobre las operaciones y la construcción de hogares. Según el diseño, la ubicación y el comportamiento de los ocupantes, un incremento del 100% en el tamaño del hogar produce un aumento del 15% al 50% en el consumo anual de energía y un incremento del 40% al 90% en el uso de materiales.

LEED para hogares es actualmente el único sistema de clasificación LEED con este tipo de ajustes.

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Una vez abordadas e incluidas las estrategias de reducción de la demanda, el equipo del proyecto puede comenzar a implementar estas estrategias para promover la **eficiencia energética**: utilizar menos energía para completar la misma cantidad de trabajo. Obtener la mayor cantidad de trabajo por cada unidad de energía se describe a menudo como una medida de intensidad energética. Las métricas comunes para edificios y vecindarios incluyen el uso de energía por pie/metro cuadrado y el uso per cápita. La Figura 4.2 describe el uso de energía típico de un edificio de oficinas. Cada categoría ofrece una oportunidad de aumentar la eficiencia y los ahorros.

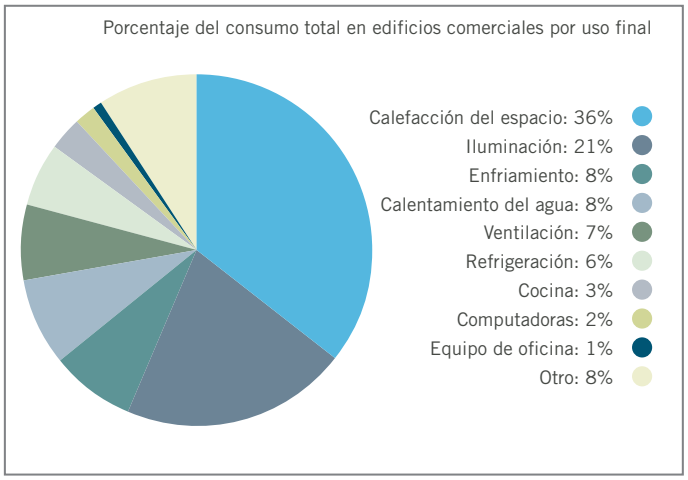


Figura 4.4. Distribución del uso de energía del edificio

A través del proceso integrado, los equipos de proyectos de edificios ecológicos pueden identificar las oportunidades de emplear estrategias sinérgicas. Por ejemplo, al mejorar la **envolvente del edificio**, que es el espacio entre los ambientes interiores y exteriores de un edificio que incluye por lo general las ventanas, las paredes y el techo, los equipos pueden reducir el tamaño de los sistemas HVAC o incluso eliminarlos en su conjunto. Este tipo de diseño integrado puede reducir tanto los costos de capital inicial como los costos operativos a largo plazo.

Las estrategias para lograr la eficiencia energética son las siguientes:

- **Abordar la envolvente.** Usar la cantidad adecuada de aislamiento a nivel regional en las paredes y el techo e instalar paneles de vidrio de alto desempeño para minimizar la pérdida o el aumento de calor no deseados. Asegurarse de que el edificio esté adecuadamente climatizado.
- **Instalar dispositivos y sistemas mecánicos de alto desempeño.** Aplicar la evaluación del ciclo de vida a las ventajas y desventajas de los costos operativos y de capital, y evalúe las inversiones en tecnologías de eficiencia energética. Los dispositivos que reúnen o exceden los requisitos de ENERGY STAR reducirán las demandas de carga aplicada.
- **Utilizar infraestructura de alta eficiencia.** Un alumbrado público eficiente y señales de tránsito LED reducirán las demandas de energía de la infraestructura del vecindario.
- **Capturar eficiencias de escala.** Diseñar sistemas de refrigeración y calefacción distritales, en los que varios edificios formen parte de un solo circuito cerrado.
- **Usar simulación de energía.** El modelado por computadora puede identificar y priorizar oportunidades de eficiencia energética.
- **Controlar y verificar el desempeño.** Garantizar que los sistemas del edificio funcionen según el diseño y respaldar los requisitos de los proyectos de propietarios a través de sistemas de control, un sistema de automatización del edificio, y comisionamiento y retrocomisionamiento.

ENERGÍA RENOVABLE

La reducción de la demanda y el aumento de la eficiencia a menudo hacen que cubrir la mayoría o todas las necesidades energéticas del edificio con recursos renovables resulte rentable. Por lo general, se considera que la llamada **energía ecológica** incluye la energía solar, eólica, propulsada por olas, de biomasa y geotérmica, además de determinadas formas de energía hidroeléctrica. El uso de estas fuentes de energía evita el sinnúmero de impactos ambientales asociados con la producción y el consumo de combustibles no renovables, como el carbón, la energía nuclear, el petróleo y el gas natural.

LEED hace una distinción entre la producción de energía renovable en el sitio y la compra de energía ecológica fuera del sitio. La producción de energía en el lugar implica generalmente un sistema que genera electricidad limpia, como los paneles solares fotovoltaicos que convierten la energía solar en electricidad. La energía renovable fuera del sitio se compra habitualmente a precio especial por kilovatio-hora de una empresa de servicios públicos o un proveedor de **certificados de energía renovable (renewable energy certificates, REC)**. Los REC representan a las materias primas no tangibles y comercializables asociadas a las calidades de generación de electricidad renovable. Los REC, y sus atributos y beneficios asociados, pueden venderse independientemente de la electricidad física subyacente asociada con una

fuente de generación de energía renovable. Un equipo de proyecto que no puede comprar energía ecológica a través de una empresa de servicios públicos local puede compensar el uso de energía del edificio al comprar energía ecológica de proyectos de energía renovable en el país. A veces los equipos de proyecto pueden celebrar contratos de REC que establecen el suministro de fuentes determinadas de energía, como la energía eólica o de biomasa, de una empresa de servicios públicos en particular.

Las estrategias para satisfacer la demanda de energía con energía renovable son las siguientes:

- **Generar energía renovable en el sitio.** Instalar células fotovoltaicas, calentadores de agua solares o turbinas eólicas montadas en el edificio.
- **Comprar energía renovable fuera del sitio.** Comprar certificados de energía renovable o energía ecológica para reducir el impacto ambiental de la electricidad adquirida y fomentar la generación de energía renovable.

DESEMPEÑO ENERGÉTICO CONSTANTE

La atención que debe ponerse al uso de energía no termina con el diseño y la construcción de un edificio eficiente en términos de energía. Es fundamental garantizar que un proyecto marche de la manera prevista y que sostenga y mejore su desempeño durante el tiempo. Los objetivos de cumplimiento que se establecen durante las etapas de planificación y diseño pueden socavarse debido a fallas en el diseño, defectos de la construcción, mal funcionamiento de los equipos y mantenimiento aplazado. El control y la verificación proporcionan la base para hacer un seguimiento del desempeño energético, con el objetivo de identificar y resolver cualquier problema que pudiera surgir. El control implica por lo general comparar las mediciones del desempeño del edificio con las predicciones de una herramienta comparativa de la industria o simulación de energía calibrada. El Gestor de cartera ENERGY STAR de EPA es uno de los sistemas comparativos del mercado más utilizados. Los usuarios ingresan los datos del consumo de electricidad y gas natural junto con otra información complementaria en una herramienta basada en web. El sistema luego evalúa el desempeño del edificio en comparación con otros de características similares. Se trata de una herramienta gratuita excepcionalmente útil para medir el desempeño relativo de los edificios.

El comisionamiento es una investigación sistemática realizada por profesionales capacitados que comparan el desempeño del edificio con los objetivos de desempeño, las especificaciones del diseño y, lo que es más importante, los requisitos del propietario. Este proceso comienza en la etapa inicial del diseño con la especificación de los requisitos. Los requisitos se tienen en cuenta durante todo el diseño del edificio y el proceso de construcción y se convierten en la línea de base para la evaluación. El comisionamiento constante de las operaciones del edificio garantiza que un edificio siga reuniendo los requisitos operativos fundamentales. El **retrocomisionamiento** consiste en el mismo proceso aplicado a edificios existentes; apunta a que un edificio continúe cumpliendo o superando los objetivos operativos originales.

El costo del comisionamiento a menudo se compensa con el desempeño energético recuperado. Un estudio del laboratorio Lawrence Berkeley National Laboratory reveló que el comisionamiento para edificios existentes tiene un costo promedio de $0.27 por pie cuadrado (0.09 m2) y produce un ahorro del 15% de energía en todo el edificio, con un período de recuperación promedio de 0.7 años. Para las construcciones nuevas, el costo promedio se determinó en $1 por pie cuadrado (0.09 m2) con un período de recuperación

promedio de 4.8 años basado únicamente en el ahorro energético.[28] En líneas generales, a través de este estudio se llega a la conclusión de que el comisionamiento es uno de los medios más rentables para mejorar la eficiencia energética de edificios comerciales.

LEED reconoce y promueve el desempeño energético operativo a través de sus requisitos de comisionamiento de edificios y créditos para control y verificación.

Las estrategias para incorporar la medición constante del desempeño en un proyecto son las siguientes:

- **Cumplir con los requisitos del propietario del proyecto.** Preparar requisitos detallados del proyecto del propietario al inicio del proceso de diseño y realizar el proceso de comisionamiento durante todo el ciclo de vida del proyecto para garantizar que el edificio funcione como está previsto.
- **Capacitar al personal.** El conocimiento y la capacitación facultan a los gerentes de las instalaciones para mantener y mejorar del desempeño de los edificios.
- **Realizar mantenimiento preventivo.** Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo sólido para que el edificio se conserve en condiciones óptimas.
- **Crear incentivos para los ocupantes y arrendatarios.** Involucrar a los ocupantes del edificio en las estrategias para lograr la eficiencia energética. Promover el uso de computadoras y equipos eficientes en términos de energía, facturar a los arrendatarios en función de las lecturas de submedición a fin de fomentar la conservación de la energía, enseñar a los ocupantes a apagar las computadoras y la luces antes de irse y ofrecerles comentarios regulares sobre el desempeño energético.

28 E. Mills et al., *La efectividad en los costos del comisionamiento de edificios comerciales: Un meta análisis de edificios existentes y nuevas construcciones en Estados Unidos (The Cost Effectiveness of Commercial Buildings Commissioning: A Meta-Analysis of Existing Buildings and New Construction in the United States)* (23 de noviembre de 2004), http://www.dot.ca.gov/hq/energy/Cx-Costs-Benefits.pdf.

MATERIALES Y RECURSOS

Los materiales y recursos son la base de los edificios en los que vivimos y trabajamos, así como aquello con los que los llenamos, la infraestructura que lleva a las personas hasta y desde el edificio y las actividades que se llevan a cabo allí. La naturaleza ubicua de los materiales y recursos facilita que se pase por alto el historial y los costos asociados con la producción, el transporte, el consumo y el desecho. La "Historia de las Cosas" (Story of Stuff), como se conoce a este proceso a partir del popular video en YouTube y el posterior libro con el mismo nombre, comienza por lo general como materias primas de todo el mundo. Se las transporta, refina, fabrica y empaqueta para la venta. En un sistema convencional, las cosas se compran, consumen y descartan, a menudo en un vertedero. Pero en realidad, no hay un "allá lejos" y cada uno de los pasos de este proceso de producción, consumo y desecho tiene consecuencias significativas ambientales, sociales y económicas.

Establecer los objetivos para el uso de materiales y recursos sustentables es un paso importante del proceso de edificación ecológica. "Reducir, reutilizar, reciclar" puede parecer un componente esencial de este trabajo: claramente, la reducción del consumo es algo fundamental y la reutilización y el reciclado de desechos son estrategias importantes. No obstante, un edificio ecológico requiere también repensar la selección de los materiales. Lo ideal es que los materiales y recursos utilizados en los edificios no solo produzcan un daño menor sino que vayan más allá y regeneren los ambientes naturales y sociales de los cuales se originan. Para evaluar cuáles son las mejores opciones y analizar los pros y los contra asociados con una elección, los equipos deben pensar más allá de los límites físicos y temporales de un proyecto. La evaluación del ciclo de vida puede ayudar a un equipo a tomar decisiones informadas y justificables.

Existen infinitas oportunidades de reducir los daños asociados con los materiales. Utilizar menos materiales, encontrar materiales con atributos preferibles en lo que respecta al medio ambiente, utilizar materiales recolectados a nivel local y eliminar los desechos representan un gran comienzo. Una perspectiva del ciclo de vida basada en sistemas y un proceso integrado contribuirá para que los proyectos alcancen sus objetivos al tratar el tema del uso de recursos y materiales. LEED aborda las cuestiones siguientes relacionadas con los materiales y recursos:

- Conservación de materiales
- Materiales preferentemente ecológicos
- Gestión y reducción de desechos

CONSERVACIÓN DE MATERIALES

Un edificio genera una gran cantidad de desechos durante su ciclo de vida. La reducción significativa de desechos comienza con la eliminación de la necesidad de materiales durante las fases de planificación y diseño. Por ejemplo, en comparación con comunidades en crecimiento rápido, los vecindarios urbanos más poblados y más compactos de uso mixto requieren menos millas (km) de caminos y menos infraestructura física para brindar soporte a la misma cantidad de personas. De igual modo, los edificios y hogares más pequeños y construidos de manera más eficiente requieren menor cantidad de madera o menos pies/metros lineales de tuberías, así como menos recursos que conservar. Los contratistas experimentados tienen por lo general grandes ideas para la implementación de estas estrategias para el ahorro de materiales. Consultarlos en las fases iniciales de un proceso integrado, en vez de esperar hasta que el diseño esté completo, puede agregar valor real al equipo de diseño y al proyecto en general.

La adquisición de materiales no culmina con la finalización de la construcción. Por ejemplo, las estrategias de adquisición constante de las empresas pueden ofrecer oportunidades reales de reducir el uso de materiales.

Las estrategias de conservación de materiales durante el ciclo de vida de un proyecto son las siguientes:

- **Reutilizar edificios existentes y materiales rescatados.** Seleccionar recursos que ya han sido recolectados y fabricados produce grandes ahorros de materiales.

- **Planificar comunidades más pequeñas y compactas.** Reducir la necesidad de construir nuevas carreteras y otra infraestructura al evitar los patrones extendidos de uso del terreno.
- **Diseñar edificios y hogares más pequeños y flexibles.** Usar estrategias eficientes en términos de espacio, reducir el espacio no utilizado, como corredores, y proporcionar espacios flexibles que puedan ser útiles para varias funciones.
- **Usar técnicas de estructuración eficiente.** Dos enfoques de estructura que intencionalmente utilizan menos materiales que una estructura convencional, sin comprometer el desempeño, son la estructura avanzada, en la que los montantes se colocan a una distancia de 24 (61 cm) en vez de 16 pulgadas (41 cm) en el centro, y los paneles aislados estructurales, que combinan la estructura y el aislamiento en un componente rígido.
- **Promover la reducción de fuentes de emisión en las operaciones.** Designar centros de reutilización de suministros de oficina o áreas en las que los suministros no utilizados o reutilizables estén disponibles para su reutilización. Fomentar la conservación del papel a través de las impresiones electrónicas en ambos lados de la página.

MATERIALES PREFERENTEMENTE ECOLÓGICOS

Muchos atributos pueden ser la base para designar a un producto como ecológico y estos pueden darse en cualquiera de las fases de su ciclo de vida útil. Comúnmente, los productos se denominan como preferentemente ecológicos debido a que:

- son recolectados o extraídos y fabricados localmente;
- son cultivados y cosechados de manera orgánica o sustentable;
- están hechos a partir de **materiales rápidamente renovables**, aquellos que pueden reponerse naturalmente en un período breve (para LEED, en un período de 10 años);
- tienen contenido reciclado;
- están hechos de materiales biodegradables o susceptibles de convertirse en abono;
- son libres de toxinas;
- son perdurables, duraderos y reutilizables;
- están fabricados en fábricas que apoyan la salubridad y los derechos de los trabajadores.

Para los consumidores, el mayor desafío es identificar qué productos son verdaderamente ecológicos. Así como ha crecido el interés en la sustentabilidad, lo ha hecho la práctica de **lavado verde** o la presentación errónea de información a los consumidores para mostrar un producto o una política como más amigable con el medio ambiente de lo que es en realidad.

A continuación, se mencionan las estrategias para fomentar las compras sustentables durante el diseño y las operaciones:

- **Identificar las fuentes locales de productos preferiblemente ecológicos.** Utilizar materiales locales no solo reduce los daños ambientales asociados con el transporte, sino que además apoya a la economía local.
- **Desarrollar una política de materiales sustentables.** Definir los objetivos, límites y procedimientos para la adquisición de consumibles periódicos y bienes duraderos. Incorporar el razonamiento aplicado a sistemas. Evaluar los materiales en función de sus consecuencias para la exploración y producción, y para la refinación, venta y distribución. Supervisar el cumplimiento normativo para asegurarse de que la política sea efectiva.
- **Especificar materiales y equipamiento ecológicos.** Dar preferencia a los materiales rápidamente renovables, los materiales regionales, los materiales rescatados y aquellos con contenido reciclado. Seleccionar proveedores que promuevan la reducción de fuentes de emisión a través de productos reutilizables o con envases mínimos. Buscar certificaciones de terceros, como las del Consejo de Manejo Forestal (Forest Stewardship Council, FSC), Green Seal y ENERGY STAR.
- **Especificar los productos de limpieza/mantenimiento ecológicos.** Seleccionar productos y materiales de limpieza sustentable que reúnan los estándares de Green Seal, Environmental Choice o EPA para proteger la calidad ambiental interior y reducir el daño ambiental.

GESTIÓN DE DESECHOS

La construcción de edificios genera grandes cantidades de desechos sólidos, y los desechos se generan durante todo el ciclo de vida del edificio a medida que se utilizan productos nuevos y se descartan los materiales utilizados. Estos desechos pueden transportarse hasta vertederos, incinerarse, reciclarse o convertirse en abono. El descarte de desechos sólidos contribuye directamente a las emisiones de gases de efecto invernadero mediante el transporte y, tal vez más significativamente, la producción de metano (un potente gas de efecto invernadero) en vertederos. La incineración de desechos produce dióxido de carbono como un producto residual. La EPA ha estimado las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de las corrientes de desechos de edificios y llegó a la conclusión de que actualmente en los Estados Unidos se recicla alrededor del 32% de los desechos sólidos, lo que equivale en dióxido de carbono a la remoción de casi 40 millones de automóviles de las carreteras. Mejorar la tasa de reciclado a tan solo el 35% podría originar ahorros equivalentes a más de 5 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono.[29]

29 U.S. Environmental Protection Agency, *Measuring Greenhouse Gas Emissions from Waste* (2010), http://www.epa.gov/climatechange/wycd/waste/measureghg.html

El objetivo de los créditos de LEED en esta categoría es reducir los desechos generados que van hacia los vertederos o las instalaciones de incineración y se eliminan en ellos. Durante la construcción o renovación, se deben reciclar o reutilizar los materiales siempre que sea posible. Durante las operaciones diarias del edificio, los programas de reciclado, reutilización y reducción pueden frenar la cantidad de material destinado a vertederos locales.

A continuación, se mencionan las estrategias para reducir la cantidad de desechos durante la construcción:

- **Desarrollar una política de gestión de desechos de la construcción.** Definir procedimientos y objetivos para el desvío de los desechos de la construcción. Esta política debe especificar una tasa de desvío objetivo para el contratista general.
- **Establecer un sistema de seguimiento.** Asegurarse de que el contratista general proporcione informes sobre el transporte de desechos y capture el alcance total de los desechos producidos. Designar un área para el reciclado de desechos de construcción y demolición. La supervisión diligente asegurará que la política sea efectiva.

A continuación, se mencionan las estrategias para reducir la cantidad de desechos durante las operaciones y el mantenimiento:

- **Desarrollar una política de gestión de desechos sólidos.** Definir procedimientos y objetivos para el desvío de los desechos sólidos. Esta política debe especificar una tasa de desvío objetivo para las instalaciones.
- **Realizar una auditoría de la corriente de desechos.** Establecer el desempeño básico para las instalaciones e identificar oportunidades para aumentar el reciclado, la educación y el desvío de desechos.
- **Mantener un programa de reciclado.** Proporcionar a los ocupantes contenedores de fácil acceso para los materiales reciclables. Se deben catalogar todos los contenedores y enumerar los materiales permitidos. A través de señalización o reuniones, instruir a los ocupantes acerca de la importancia de reciclar y reducir la cantidad de desechos.
- **Controlar, hacer un seguimiento e informar.** Utilizar los informes de transporte u otros datos confiables para controlar y hacer un seguimiento de la efectividad de la política. Realizar un seguimiento de los objetivos de desempeño y hacer comentarios a los ocupantes.
- **Convertir en abono.** Ponga en práctica un programa de conversión en abono en el sitio para transformar los desechos de jardinería en mantillo. Colabore con el transportista de desechos para permitir la recolección y conversión en abono de alimentos y otros materiales orgánicos.
- **Ofrecer el reciclado de bienes duraderos.** Ponga en práctica una iniciativa anual de bienes duraderos en la que se recolecten los desechos electrónicos y muebles en el sitio y se los descarte adecuadamente a través de la donación, la reutilización o el reciclado. Permita a los ocupantes traer los desechos electrónicos y muebles de sus hogares.

LEED EN LA PRÁCTICA

LEED para edificios existentes: Operaciones y mantenimiento (LEED for Existing Buildings: Operation & Maintenance) alienta a los administradores de edificios a adoptar nuevas actitudes y formas de pensar y a cerrar el circuito del ciclo de vida al reutilizar y reciclar los materiales en el sitio. El primer paso para mejorar la tasa de desvío de desechos de un establecimiento es comprender cuál es el contenido de la corriente de desechos.

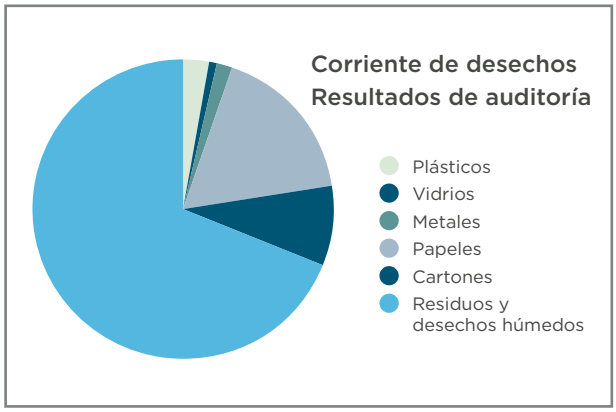


Figura 4.5. Resultados de la auditoría de la corriente de desechos

A fin de reunir los requisitos de LEED, un equipo de proyecto debe realizar una auditoría de la corriente de desechos con respecto a toda la corriente de desechos consumibles. Los resultados de la auditoría se utilizan para establecer una base que identifique la cantidad y el porcentaje de cada material en la corriente de desechos. Los resultados de la auditoría de desechos pueden revelar oportunidades para aumentar el reciclado y el desvío de desechos y se pueden utilizar para ajustar los procedimientos de reciclado en las instalaciones.

Supongamos que un equipo de proyecto ha realizado una auditoría de la corriente de desechos y rastreó 300 libras (136 kg) de desechos, que constan de lo siguiente:

	Libras (Kg)	Porcentaje
Residuos y desechos húmedos	200/90.7	68
Papel	60/27.2	20
Cartón	25/11.3	8
Plástico	6/2.7	2
Metal	5/2.3	1
Vidrio	4/1.8	1

Dado que el 28% de la corriente de desechos consiste en papel y cartón reciclables, el equipo de proyecto debe proporcionar recomendaciones para mejorar la tasa de reciclado y la reducción de la fuente de estos artículos. Además, el equipo debe compartir los resultados de la auditoría con los ocupantes del edificio para promover su participación en los programas de reciclado en el sitio.

CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR

La calidad ambiental interior (Indoor Environmental Quality, IEQ) abarca las condiciones en el interior del edificio (calidad del aire, iluminación, condiciones térmicas, ergonomía) y los efectos que producen en los ocupantes o residentes. Las estrategias para abordar la IEQ incluyen aquellas que protegen la salud humana, mejoran la calidad de vida y reducen el estrés y las posibles lesiones. Una mejor calidad ambiental interior puede mejorar las vidas de los ocupantes del edificio, aumentar el valor de reventa del edificio y reducir la responsabilidad de los propietarios del edificio. Además, debido a que los costos de salarios y beneficios para el personal por lo general sobrepasan los costos operativos de un edificio de oficinas, las estrategias que mejoran la salud y productividad de los empleados a largo plazo pueden tener un amplio retorno de la inversión. Los objetivos de IEQ a menudo se centran en proporcionar estimulación y ambientes confortables para los ocupantes, además de minimizar el riesgo de sufrir problemas de salud relacionados con el edificio.

Para lograr que sus edificios sean lugares donde las personas se sientan bien y desempeñen bien sus funciones, los equipos de proyectos deben equilibrar la elección de estrategias que promuevan la eficiencia y la conservación con aquellas que tratan las necesidades de los ocupantes y fomentan el bienestar. Idealmente, las estrategias elegidas logran ambas cosas: las soluciones que conservan la energía, el agua y los materiales también contribuyen a lograr una experiencia interior fabulosa.

LEED aborda las cuestiones siguientes relacionadas con la calidad ambiental interior:

- Calidad del aire interior
- Bienestar, confort y control de los ocupantes

CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

La calidad del aire exterior ha recibido atención considerable en las décadas recientes, y las estrategias para reducir la bruma industrial y otras sustancias contaminantes en el aire son de vital importancia. Sin embargo, el aire que respiramos en el interior (donde millones de personas pasan gran parte del día) puede estar incluso más contaminado. Muchas fuentes comunes generan contaminantes en el aire interior:

- Personas que fuman tabaco dentro del edificio o cerca de las entradas o tomas de aire del edificio
- Materiales en el edificio, como pinturas, revestimientos, adhesivos, selladores y muebles que pueden emitir **compuestos orgánicos volátiles (volatile organic compounds, VOC)**, sustancias que se vaporizan a temperatura ambiente y pueden provocar problemas de salud
- Procesos de combustión en equipos HVAC, chimeneas y estufas y de vehículos en estacionamientos o cerca de las entradas
- Moho provocado por la humedad de los materiales del edificio
- Materiales de limpieza
- Emisión de gases residuales de radón o metano proveniente del suelo debajo del edificio
- Sustancias contaminantes de procesos específicos utilizados en laboratorios, hospitales y fábricas
- Sustancias contaminantes que se llevan en los zapatos de los ocupantes
- Respiración de los ocupantes, que aumenta los niveles de dióxido de carbono y puede presentar gérmenes

La mejor manera de evitar las sustancias contaminantes interiores es eliminarlas o controlarlas a nivel de la fuente de emisión. La siguiente línea de defensa es una ventilación adecuada para eliminar cualquier sustancia contaminante que pudiera ingresar. Ambos enfoques se deben tener en cuenta en todas las fases del ciclo de vida del edificio.

A continuación se mencionan las estrategias para mejorar la calidad del aire interior durante la construcción:

- **Prohibir fumar.** Poner en práctica una política de no fumar en el edificio y cerca de las entradas, las ventanas operables y las tomas de aire del edificio.

- **Proteger el aire que ingresa al edificio.** Ubicar las tomas de aire lejos de las posibles fuentes de escape, como las áreas para fumadores o vehículos parados. Ubicar las áreas para fumadores lejos de las entradas del edificio.
- **Especificar los materiales de baja emisión.** Usar materiales ecológicos para la construcción y las renovaciones. Seleccionar pinturas, adhesivos, selladores y muebles con bajo contenido de VOC.
- **Desarrollar y seguir un plan de gestión de la calidad del aire interior para la construcción.** El plan debe incluir el control del polvo y un buen mantenimiento, la protección de materiales permeables de la humedad y la protección y el sellado de ductos y sistemas mecánicos.
- **Realizar pruebas para detectar la presencia de radón u otras sustancias contaminantes en el sitio.** Si estas sustancias están presentes, incluya un sistema de ventilación para tratar las posibles emisiones.
- **Diseñar en función de una ventilación adecuada.** Se debe tener en cuenta la cantidad de ocupantes en cada espacio y las actividades que realizarán allí. Hay que asegurarse de que el sistema de ventilación, ya sea natural o mecánico, pueda suministrar los intercambios de aire necesarios. Utilizar un tamaño adecuado para los sistemas.
- **Usar filtros de aire con alta clasificación MERV. La clasificación del valor mínimo reportado de eficiencia (Minimum efficiency reporting value, MERV)** es una escala de medición diseñada por ASHRAE para medir la efectividad de los filtros de aire. Cuánto más alta sea la clasificación MERV, mayor es la cantidad de partículas que captura el filtro.
- **Proteger la calidad del aire durante la construcción.** Prevenir la formación de moho al proteger todos los materiales de la exposición a la humedad. Evitar la acumulación de polvo y partículas.
- **Realizar un procedimiento de flush-out.** Antes de la ocupación, realizar un procedimiento de flush-out para eliminar los contaminantes en el aire mediante el escape del aire viciado y su reemplazo por aire fresco exterior.
- **Instalar rejillas en los ingresos.** Usar las rejillas o los tapetes lavables colocados de forma fija para eliminar las sustancias contaminantes que se llevan en el calzado.

La calidad del aire interior se debe mantener durante toda la vida útil de un edificio para proteger a sus ocupantes de manera constante.

A continuación se mencionan las estrategias para mejorar la calidad del aire interior durante las operaciones y el mantenimiento:

- **Asegurar la ventilación adecuada.** Manejar los sistemas de ventilación para que suministren abundante aire exterior a los ocupantes. Seguir los estándares más recientes de la industria, como ASHRAE estándar 62, Ventilación para una calidad del aire interior aceptable (Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality).
- **Controlar el flujo de aire exterior.** Usar un dispositivo de medición del flujo de aire exterior que pueda medir y controlar la tasa mínima de flujo de aire exterior.
- **Controlar el dióxido de carbono.** Usar monitores e intégrelos a un sistema de ventilación que regule el suministro de aire según la demanda de los ocupantes. Con una ventilación controlada en función de la demanda, el flujo de aire aumenta automáticamente si las concentraciones exceden un punto de ajuste.

- **Prohibir fumar.** Se debe poner en práctica una política de no fumar en el edificio y cerca de las entradas, las ventanas operables y las tomas de aire del edificio. Comunicar la política a los ocupantes del edificio a través de señalización en el edificio y reuniones con los arrendatarios.
- **Calibrar los sensores.** Realizar mantenimiento preventivo de rutina, como la calibración de sensores y monitores, para garantizar que los datos precisos se utilicen para ajustar los sistemas.
- **Desarrollar e implementar una política de limpieza ecológica.** Para minimizar el ingreso de contaminantes, se deben diseñar procedimientos y objetivos para el programa de limpieza/mantenimiento de las instalaciones. Esta política debe especificar los estándares para la selección de productos y tecnologías de limpieza, como los estándares Green Seal, el Código de Disposiciones Reglamentarias de California y la certificación para equipamiento de limpieza que otorga el Instituto de Alfombras y Tapetes (Carpet and Rug Institute).
- **Realizar una evaluación de la efectividad de la limpieza/el mantenimiento.** Identificar las oportunidades para mejorar la limpieza del edificio y reducir la exposición de los ocupantes a posibles contaminantes particulados y biológicos dañinos.
- **Emplear sistemas permanentes para el ingreso.** Colocar rejillas, parrillas o tapetes por lo menos a 10 pies (3 metros) de distancia de las entradas principales para ayudar a reducir la cantidad de polvo, suciedad y contaminantes que se llevan al edificio. Desarrollar procedimientos de limpieza para mantener adecuadamente los sistemas para el ingreso.
- **Implementar la gestión integrada de control de plagas** Un programa coordinado de estrategias no químicas, como la inspección y colocación de cebos, reducirá la necesidad de utilizar pesticidas y otros contaminantes potencialmente tóxicos.

BIENESTAR, CONFORT Y CONTROL DE LOS OCUPANTES

Para estar saludables, sentirse felices y ser productivos en el edificio, los ocupantes deben sentirse cómodos y tener el control de su ambiente. Esto incluye confort térmico, iluminación y vistas, acústica y ergonomía. Sentir demasiado calor o demasiado frio, tener iluminación insuficiente o no poder mirar al exterior a través de una ventana, tener que lidiar con demasiado ruido o tener una estación de trabajo no confortable puede causar estrés y reducir la calidad de vida. Debido a que las personas necesitan variedad e incluso un mismo individuo puede tener diferentes necesidades y preferencias en momentos distintos, la capacidad de controlar el ambiente interior es un componente fundamental del confort y la satisfacción de los ocupantes.

Salón de clases con luz natural
Crédito de la foto: Josh Partee 2009

El confort térmico incluye más que simplemente la temperatura; incluye además la humedad y el movimiento del aire. Un área puede tener la temperatura adecuada, pero si el aire está estancado o si los ductos de aire ventilan directamente sobre las estaciones de trabajo, las personas no se sentirán cómodas. Una ventana operable puede hacer que los trabajadores se sientan más cómodos que en un ambiente sellado que se mantiene a la temperatura ideal, simplemente porque les otorga algún control sobre el ambiente.

Los niveles de iluminación y las vistas hacia el exterior son aspectos importantes de la experiencia interior. Proporcionar la iluminación suficiente para tareas específicas es fundamental para proteger la vista de los ocupantes en el tiempo. Estudios del Heschong Mahone Group han demostrado que proporcionar iluminación natural en los salones de clase puede mejorar las calificaciones de los alumnos entre un 7% y un 18%.[30] Se detectaron también mejoras en la productividad de los trabajadores de oficina. Además de dejar entrar la iluminación natural, las ventanas que permiten centrar los ojos en una distancia mayor y ver el exterior pueden jugar un papel importante en el confort de los ocupantes. Por supuesto que demasiada luz puede interferir con algunas tareas, y la luz directa del sol o el resplandor pueden crear incomodidad. Un buen diseño de iluminación tiene en cuenta las tareas que se realizan en un espacio, la orientación del edificio, el diseño de la habitación, el tipo de vidriado y la configuración de las ventanas, incluso el tipo de muebles y los colores de las superficies.

El tamaño correcto y la ubicación adecuada de las ventanas pueden aumentar drásticamente la cantidad de iluminación natural que se deja entrar en un espacio; las ventanas tipo claristorio, las estanterías luminosas y la pintura y los materiales reflectantes reflejan y difuminan la luz natural. En los edificios de oficinas, ubicar las oficinas privadas en el centro del edificio y los cubículos en el perímetro atraen la iluminación natural en un área grande. Las divisiones de cubículos bajas permiten el paso de la iluminación natural hacia los espacios centrales a la vez que se posibilitan las vistas hacia el exterior. Las persianas de las ventanas ajustables otorgan a los ocupantes control sobre el brillo y el resplandor excesivos.

La iluminación natural también puede disminuir la necesidad de iluminación artificial. Los controles de iluminación natural ayudan a regular o apagar por completo las luces eléctricas cuando la iluminación natural es suficiente. Estos controles deben estar sectorizados de manera que los espacios cercanos a las ventanas, con mucha iluminación natural, tengan iluminación artificial regulada y que los espacios más alejados del perímetro, con menos iluminación natural, tengan niveles más altos de iluminación artificial.

Cuando diseñe edificios, tenga en cuenta en forma conjunta la conservación de la energía y la IEQ. Es fácil pensar en estas consideraciones como contradictorias. Sin embargo, un enfoque integrado basado en los sistemas puede identificar las soluciones que contribuyen a ambos objetivos. Por ejemplo, la ventilación e iluminación natural pueden no solo ahorrar energía sino también mejorar la experiencia de los ocupantes. Es más, una vez que los miembros del equipo de diseño del edificio comprenden quiénes son los ocupantes, qué tareas realizarán allí y cómo lo harán, pueden crear ambientes que se ajusten a esas necesidades además de otorgarles control y flexibilidad suficientes.

Los sistemas de IEQ se deben evaluar y ajustar una vez que el edificio esté ocupado. La instalación de sensores para controlar las condiciones y las encuestas entre los ocupantes son partes importantes de las operaciones de un edificio ecológico.

30 Heshong Mahone Group, *Windows and Offices: Un estudio del desempeño del empleado de oficina y el ambiente en interiores* (Ventanas y oficinas: Un estudio del desempeño del empleado de oficina y el ambiente en interiores) (CEC PIER, 2003), http://www.h-m-g.com/projects/daylighting/summaries%20on%20daylighting.htm.

A continuación se describen las estrategias para mejorar el confort y el control de los ocupantes:

- **Usar iluminación natural.** Diseñar el edificio a fin de proporcionar a los ocupantes amplio acceso a la iluminación natural y a las vistas. Optimizar el acceso a las vistas al utilizar divisiones bajas y paneles de visión.
- **Instalar ventanas operables.** De ser posible, colocar ventanas que se puedan abrir hacia afuera. Para ahorrar energía, se pueden incluir sensores que informen al sistema HVAC que debe apagarse si una ventana está abierta.
- **Proveer el control de la temperatura y la ventilación a los ocupantes.** En edificios ventilados mecánicamente, colocar termostatos que permitan a los ocupantes controlar la temperatura de su ambiente inmediato. Proporcionar difusores de aire ajustables que permitan a los ocupantes ajustar además el flujo de aire.
- **Otorgar el control de la iluminación a los ocupantes.** Instalar controles de iluminación ajustables para que los ocupantes puedan ajustar los niveles de iluminación de acuerdo a sus tareas. Estos controles se pueden diseñar en conjunto con los sensores de ocupación e iluminación natural a fin de conservar la energía.
- **Realizar encuestas entre los ocupantes.** Usar protocolos válidos de encuestas para evaluar la satisfacción de los ocupantes respecto del ambiente interior. Evaluar los resultados para identificar áreas de insatisfacción y elaborar un plan de acción correctivo para hacer los cambios operativos necesarios.
- **Proporcionar muebles ergonómicos.** Incluya muebles ajustables para evitar lesiones por estrés repetitivo.
- **Incluir diseño acústico apropiado.** Utilizar superficies suaves y otras estrategias para asegurar que los niveles de sonido se mantengan confortables para el nivel de actividad del espacio.

LEED EN LA PRÁCTICA

LEED para edificios existentes: Operaciones y mantenimiento (LEED for Existing Buildings: Operaciones y mantenimiento) fomenta que los administradores de edificios evalúen los niveles de confort de los ocupantes mientras trabajan. A través de una encuesta confidencial, los ocupantes pueden calificar los niveles de calefacción y aire acondicionado, la acústica, la calidad del aire, los niveles de iluminación, la limpieza y otros aspectos de sus espacios de trabajo. Los administradores de las instalaciones evalúan las respuestas para determinar cualquier área de insatisfacción, luego desarrollan un plan de acción correctivo con el objeto de resolver los problemas y mejorar el confort de los ocupantes. La Figura 4.6 ilustra un ejemplo desarrollado en la Universidad de California-Berkeley en el que se muestran los resultados de la encuesta de confort entre los ocupantes con una escala de 7 puntos.

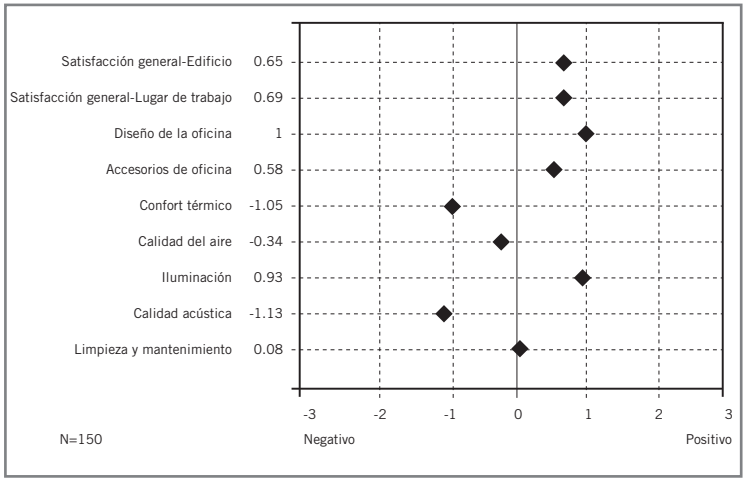


Figura 4.6. Encuesta entre los ocupantes de muestra
(Fuente: Guía de referencia de LEED para operaciones y mantenimiento de edificios ecológicos [LEED Reference Guide for Green Building Operations and Maintenance], Washington, DC, 2009).

INNOVACIÓN EN DISEÑO Y OPERACIONES

A través de la categoría Innovación, LEED promueve y reconoce las iniciativas de equipos de proyectos para crear beneficios ambientales adicionales más allá de aquellos logrados a través de otras categorías de sistemas de clasificación. Las estrategias innovadoras amplían la práctica de edificios ecológicos al incorporar técnicas de vanguardia, procesos y productos al desarrollo de un proyecto. Idealmente, la innovación es un derivado del proceso de edificación ecológica mencionado en esta guía. Los procesos integrados y repetitivos que se requieren para lograr los beneficios ambientales que aborda LEED promueven nuevos métodos y estándares, a la vez que se potencia la práctica de los edificios ecológicos.

Los proyectos que incorporan estas estrategias y alcanzan niveles ejemplares de desempeño reciben créditos por innovación. Las tres prácticas básicas que pueden llevar a que los proyectos obtengan créditos por innovación para una categoría que LEED no aborda específicamente son las siguientes:

1. El proyecto debe demostrar mejoras de desempeño cuantitativas para el beneficio ambiental mediante el establecimiento de una base de desempeño estándar y la comparación de esa base con el diseño final que incluye las estrategias innovadoras.
2. El proceso o la especificación deben ser integrales. En otras palabras, un equipo que está pensando en solicitar un crédito por Innovación debe demostrar que el programa se aplica a todo el proyecto certificado según LEED y no que solo se trata de una parte limitada del proyecto.
3. El concepto debe poder repetirse y aplicarse en otro proyecto. Debe ser significativamente mejor que los principios y las prácticas de diseño sustentable estándar.

Las estrategias y prácticas reconocidas actualmente como innovadoras pueden convertirse en créditos de sistemas de clasificación futuros. De hecho, a medida que LEED continúa evolucionando y la innovación de hoy se convierte en el estándar del mañana, las estrategias que pudieron haber ganado el crédito Innovación (Innovation) en el pasado no necesariamente obtendrán reconocimiento en la actualidad.

Entre los ejemplos de estrategias innovadoras se incluyen:

Desarrollar un programa integral de logros educativos que fomenten el avance de los conocimientos de la comunidad, los ocupantes, residentes y otras partes interesadas sobre las características de los edificios ecológicos y sobre cómo concretarlos y aprovecharlos.

- Evaluar la gran cantidad de productos utilizados en el proyecto y demostrar que ofrecen ventajas de desempeño o beneficios ambientales significativos sobre la base de una evaluación del ciclo de vida aceptable.
- Crear, implementar y sostener un programa para que los ocupantes y otras partes interesadas puedan desviar una cantidad significativa de desechos generados por fuentes externas a las ubicaciones de reciclado adecuadas.

Estudio de caso del proyecto

THE ALDO LEOPOLD LEGACY CENTER

El centro Aldo Leopold Legacy Center, cerca de Baraboo, Wisconsin, fue el primer edificio reconocido por el USGBC como con emisión neutra de carbono, un logro excepcional que ayudó a que el proyecto obtuviera los 5 puntos para la categoría de crédito Innovación en diseño (Innovation in Design). El equipo del proyecto preparó un presupuesto de emisiones de gases de efecto invernadero según los requisitos del Protocolo de gases de efecto invernadero del Instituto de Recursos del Mundo (World Resources Institute). Al hacer un recuento de manera conservadora de la generación y captura de carbono en toneladas métricas de CO_2 equivalente (una medida de emisiones de gases de efecto invernadero que combina varios gases que atrapan el calor, como el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso), las actividades del centro provocarán la *reducción* neta de emisiones de CO_2 cada año.

Emisiones anuales proyectadas de gases de efecto invernadero del centro Aldo Leopold Legacy Center

	CO_2 equivalente por año (toneladas métricas)	
Emisiones totales		13.42
Compensación de energía renovable	–6.24	
Captura de bosques en el sitio	–8.75	
Reducción total de emisiones		–14.99
Equilibrio neto de emisiones		–1.57

Hay más información sobre el centro Aldo Leopold Legacy Center disponible en http://www.aldoleopold.org/legacycenter/carbonne utral.html.

SECCIÓN 5

CONSEJO DE LA CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICA DE LOS ESTADOS UNIDOS Y SUS PROGRAMAS

El Consejo de la Construcción Ecológica de los Estados Unidos (U.S. Green Building Council, USGBC), una organización sin fines de lucro, es una coalición de líderes de todos los sectores de la industria de la construcción que trabaja para promover lugares responsables con el medioambiente, rentables y saludables donde vivir, aprender y trabajar. Los miembros de USGBC representan más de 15,000 organizaciones y 55 profesiones, que varían desde profesionales de bienes raíces y propietarios y administradores de edificios hasta abogados, arquitectos, ingenieros y contratistas.

HISTORIA DE USGBC

A principios de los años noventa visionarios comprometidos de las industrias de la arquitectura, la ingeniería y la construcción y áreas relacionadas se reunieron para dar nueva vida a la industria de la tecnología ecológica. Este campo se desarrolló lentamente desde la crisis energética de la década del setenta, la que provocó un interés inicial e inversiones en la eficiencia y las fuentes de energía renovable. A medida que el siglo XX se acercaba a su fin, estos líderes adoptaron una nueva inspiración a partir de los escritos de pioneros como Buckminster Fuller, así como de nuevas iniciativas como Greening of the White House. Sus intereses comunes hicieron aliados sorpresivos provenientes de áreas habitualmente dispares de la industria de la edificación, reuniendo a diseñadores y líderes de negocios respetuosos con el medio ambiente. USGBC ofreció una plataforma para que estos grupos pudieran tener conversaciones armoniosas, consolidar ideas sobre la construcción ecológica y establecer un marco de trabajo para apoyar el desempeño mejorado de los edificios.

Los miembros fundadores de la organización rápidamente se dieron cuenta de que la industria de la edificación sustentable necesitaba un sistema para definir y medir los edificios ecológicos. USGBC comenzó a investigar las métricas y los sistemas de clasificación de edificios existentes y, menos de un año después de la formación, los miembros actuaron de acuerdo a los hallazgos iniciales al establecer una comisión que se centrara en este tema. La composición de la comisión fue diversa: arquitectos, agentes de bienes raíces, un propietario de edificio, un abogado, un ambientalista y representantes de la industria. Esta muestra representativa de personas y profesiones agregó riqueza y profundidad tanto al proceso como al resultado. El proceso inicial llevado a cabo por este grupo abarcó el proceso de manejo y control basado en la comunidad que continúa siendo el centro del trabajo de USGBC. La comisión dejó sentadas las bases para el desarrollo de un sistema de clasificación LEED e ideas que rápidamente se convertirían en convencionales.

MISIÓN DE USGBC: TRANSFORMAR LA MANERA EN QUE LOS EDIFICIOS Y LAS COMUNIDADES SE DISEÑAN, CONSTRUYEN Y OPERAN, LO QUE PERMITE UN ENTORNO AMBIENTAL Y SOCIALMENTE RESPONSABLE, SALUDABLE Y PRÓSPERO QUE MEJORE LA CALIDAD DE VIDA.

EL USGBC HOY

Actualmente, el USGBC continúa con su visión de edificios y comunidades que generarán y sostendrán la salud y vitalidad de toda la vida de una generación. Con sede en Washington, D.C., el personal exclusivo y la amplia comunidad de voluntarios de USGBC desarrollan nuevos productos, servicios y programas cada año en varias áreas principales del trabajo.

DEFENSA

USGBC proporciona herramientas, estrategias y recursos a los creadores de políticas y líderes de la comunidad que son necesarios para adoptar posiciones de liderazgo, facilitar la innovación e inspirar la acción. Desde los programas nacionales de defensa que promueven las escuelas ecológicas hasta el compromiso de adoptar políticas con los responsables de la toma de decisiones en la Casa Blanca y el Congreso de los EE. UU., así como casas de gobierno y municipalidades de todo el país, el USGBC está acelerando la adopción de políticas e iniciativas que permiten y fomentan la transformación del mercado hacia un ambiente construido sustentable.

COMUNIDAD

La comunidad de USGBC abarca a organizaciones miembro que participan en foros, intercambios y comunicaciones habituales. Además, hay sedes y afiliados regionales de USGBC en todo el país. Esta red de líderes de la industria ofrece recursos para edificios ecológicos, educación y oportunidades para profesionales de edificios ecológicos, tanto para aquellos establecidos en el campo como para quienes son nuevos en esta práctica, con el objeto de estar conectados en sus comunidades.

EDUCACIÓN

El USGBC ofrece programas educativos y materiales de alta calidad sobre diseño, construcción y operaciones ecológicas para profesionales de todos los sectores de la industria de la edificación. El enfoque está puesto en desarrollar conocimientos prácticos, explorar nuevas oportunidades de negocios y aprender cómo crear lugares más saludables, productivos y eficientes para vivir y trabajar. Los diversos formatos de presentación del USGBC, entre otros, capacitación con instructor, seminarios web, cursos en línea y publicaciones, hacen que el aprendizaje sobre edificios ecológicos sea accesible para todos.

CONFERENCIA Y EXPOSICIÓN INTERNACIONAL SOBRE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICA GREENBUILD (GREENBUILD INTERNATIONAL CONFERENCE AND EXPO)

Greenbuild es la conferencia y exposición más grande del mundo dedicada a la edificación ecológica. Lanzada en 2002, se ha convertido en un evento anual importante para la industria de la edificación ecológica. Cada año, decenas de miles de profesionales se reúnen para participar en sesiones educativas, recorrer edificios ecológicos y ver exhibiciones de productos y tecnologías ecológicos.

LEED® GREEN BUILDING RATING SYSTEM™

Leadership in Energy and Environmental Design, LEED es el programa de liderazgo en energía y diseño ambiental de USGBC que fomenta y acelera la adopción de construcción sustentable y prácticas de desarrollo comunitario a través de la creación e implementación de un modelo de edificio ecológico que es voluntario, consensuado y orientado al mercado. La base técnica de LEED consiste en criterios de desempeño, herramientas y estándares existentes y emergentes. LEED busca un equilibrio entre el requerimiento de prácticas recomendadas actuales y la promoción de estrategias innovadoras; sus sistemas de clasificación constan de referencias de construcción y vecindario exigentes pero alcanzables que definen la edificación ecológica en todo el mundo.

LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN

LEED es un programa de certificación de edificios ecológicos de terceros y la referencia aceptada a nivel nacional para el diseño, la construcción y la operación de edificios y vecindarios ecológicos de alto desempeño. Los sistemas de clasificación proporcionan a los propietarios y operadores de edificios las herramientas necesarias para lograr un efecto medible e inmediato en el desempeño de sus edificios. Al promover un enfoque de sustentabilidad centrado en todo el edificio, LEED reconoce el desempeño en lo que respecta a ubicación y planificación, desarrollo de sitios sustentables, ahorro de agua, eficiencia energética, selección de materiales, calidad ambiental interior, estrategias innovadoras y atención a las cuestiones regionales más importantes. Además, LEED aborda todos los tipos de edificio a través de diferentes sistemas de clasificación y adaptaciones de sistemas de clasificación.

SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN LEED

Integral y flexible, LEED se aplica a edificios en cualquier etapa de sus ciclos de vida. Los sistemas de clasificación LEED tratan cuestiones como la construcción nueva, las operaciones y el mantenimiento constantes de un edificio existente y una modernización significativa de un edificio de arrendatarios a un edificio comercial. Los sistemas de clasificación y sus guías de referencia complementarias ayudan a los equipos a tomar las decisiones de edificación ecológica correctas para sus proyectos mediante un proceso integrado, asegurando que los sistemas del edificio funcionen conjuntamente de manera efectiva. A través de un proceso basado en el consenso, se evalúan continuamente y se actualizan regularmente los sistemas de clasificación para responder a las nuevas tecnologías y políticas y a los cambios en el entorno edificado. De esta manera, a medida que la innovación de ayer se convierte en el estándar de práctica de hoy, USGBC y LEED continúan avanzando hacia la transformación del mercado.

Los sistemas de clasificación LEED tratan los siguientes tipos y alcances de proyectos:

- LEED para nuevas construcciones y renovaciones importantes (LEED for New Construction and Major Renovations)
- LEED para fachadas y estructuras (LEED for Core and Shell)
- LEED para interiores comerciales (LEED for Commercial Interiors)
- LEED para escuelas (LEED for Schools)
- LEED para atención médica (LEED for Healthcare)
- LEED para ventas minoristas (LEED for Retail)
- LEED para edificios existentes: Operaciones y mantenimiento (LEED for Existing Buildings: Operations and Maintenance)
- LEED para hogares (LEED for Homes)
- LEED para desarrollo de vecindario (LEED for Neighborhood Development)

Figura 5.1. Sistemas de clasificación LEED

ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN

Los sistemas de clasificación LEED constan de prerrequisitos y créditos. Los prerrequisitos son elementos necesarios o estrategias de edificación ecológica que se deben incluir en todo proyecto con certificación de LEED. Los créditos son elementos opcionales: estrategias que los proyectos pueden optar por seguir para obtener puntos con el objetivo de lograr una certificación de LEED.

Para alcanzar la certificación de LEED, es necesario cumplir con todos los prerrequisitos y obtener una cantidad mínima de créditos. Cada sistema de clasificación LEED corresponde a una guía de referencia de LEED en la que se explican los criterios para obtener el crédito, se describen los beneficios de cumplir con el crédito y se sugieren enfoques para alcanzar el cumplimiento del crédito.

A pesar de que la organización de los prerrequisitos y créditos varía ligeramente según el tipo de edificio y el sistema de clasificación asociado, LEED se organiza generalmente a través de

los siguientes conceptos amplios:

- **Sitios sustentables.** Elegir un sitio para el edificio y administrar ese sitio durante la construcción son consideraciones importantes para la sustentabilidad de un proyecto. Los créditos de LEED que tratan los sitios sustentables desalientan el desarrollo de terrenos previamente no desarrollados y el daño a ecosistemas y corrientes de agua; promueven la jardinería paisajista regional adecuada, las elecciones inteligentes de transporte, el control de las escorrentías de agua de lluvia y la reducción de la erosión, la contaminación luminosa, el efecto isla de calor y la contaminación relacionada con la construcción. LEED destaca también las cuestiones relacionadas con la ubicación y el transporte al recompensar el desarrollo que preserva los lugares respetuosos del medio ambiente y aprovecha la infraestructura, los recursos comunitarios y el transporte público existentes. Promueve el acceso a espacios abiertos para caminar, realizar actividad física y pasar tiempo al aire libre.
- **Agua.** Los edificios son los principales usuarios de nuestro suministro de agua potable. El objetivo de los créditos que abordan la eficiencia del agua es promover el uso más inteligente del agua, dentro y fuera del edificio. La reducción del uso de agua se logra por lo general a través de dispositivos, accesorios y apliques más eficientes en el interior y jardinería paisajista que no precisa grandes cantidades de agua en el exterior.
- **Energía.** LEED fomenta una amplia variedad de estrategias que abordan el consumo de energía, incluido el comisionamiento; el control del uso de la energía; el diseño y la construcción eficientes; los dispositivos, los sistemas y la iluminación eficientes; y el uso de fuentes de energía limpia y renovable generada en el sitio y fuera del sitio.
- **Materiales y recursos.** Durante la construcción y las operaciones, los edificios generan grandes cantidades de desechos y utilizan volúmenes tremendos de materiales y recursos. Estos créditos promueven la selección de productos y materiales cultivados, recolectados, producidos y transportados de manera sustentable. Fomentan la reducción de desechos así como la reutilización y el reciclado, además de tener en cuenta la reducción de desechos en la fuente de emisión del producto.
- **Calidad ambiental interior.** El estadounidense promedio pasa alrededor del 90% de su día en interiores, donde las concentraciones de sustancias contaminantes pueden ser dos a cien veces mayores que los niveles en el exterior. Es por ello que la calidad del aire interior puede ser significativamente peor que en el exterior. Los créditos de LEED fomentan las estrategias que pueden mejorar el aire interior, ofrecen acceso a la iluminación natural y las vistas y mejoran la acústica.
- **Concientización y educación.** Los ocupantes de un edificio deben comprender qué cosas hacen que su edificio sea ecológico y tener las herramientas para aprovechar al máximo sus características. El sistema de clasificación LEED para hogares (LEED for Homes) tiene una categoría independiente para destacar el papel que desempeñan los constructores y profesionales de bienes raíces en la interpretación de estos sistemas y características para los propietarios de los edificios. En los sistemas de clasificación destinados a edificios comerciales, la concientización y educación se tratan en la categoría Innovación.
- **Innovación.** LEED fomenta la innovación en diseño y operaciones al ofrecer puntos extra por mejoras en el desempeño del edificio que van más allá de lo que exigen los créditos o por la incorporación de ideas para edificios ecológicos que no se tratan específicamente en otras secciones del sistema de clasificación. Esta categoría de crédito también reconoce la inclusión de un profesional acreditado de LEED en el equipo del proyecto. Además, los equipos pueden obtener crédito

en esta categoría gracias a un plan educativo que comparta información sobre edificios ecológicos con los ocupantes y el público en general.

- **Prioridad regional.** Consejos regionales, sedes y afiliados de USGBC han identificado las inquietudes ambientales de mayor relevancia para cada región del país, y se han seleccionado seis créditos de LEED que tratan estas prioridades locales para cada región. Un equipo de proyecto que obtiene un crédito de prioridad regional recibirá un punto adicional a los puntos otorgados por ese crédito. Se pueden obtener hasta cuatro puntos adicionales de esta manera.

LEED para desarrollo de vecindario (LEED for Neighborhood Development) se diferencia significativamente de otros sistemas de clasificación y se organiza en torno a tres categorías principales, centrándose en dónde, qué y cómo construir ecológicamente a escala comunitaria.

- **Ubicación y conexiones inteligentes.** Esta sección del sistema de clasificación ofrece orientación sobre dónde se construye el proyecto, lo que promueve la selección de sitios con servicios y transporte público existentes.
- **Patrón y diseño del vecindario.** Los vecindarios deben ser compactos, completos, agradables y estar conectados. El objetivo de los créditos en esta categoría es crear ambientes que sean transitables, dinámicos con establecimientos de usos múltiples y que estén conectados con la comunidad más amplia.
- **Infraestructura y edificios ecológicos.** Esta categoría se centra en mediciones que pueden reducir los daños ambientales asociados a la construcción y operación de edificios e infraestructura dentro de vecindarios, con un objetivo de no solo reducir las consecuencias ambientales, sino también de mejorar el ambiente natural.

Además, LEED resalta la función fundamental del proceso integrado y el **control del desempeño** continuo en todas las fases y tipos de proyecto.

Los sistemas de clasificación LEED tienen por lo general 100 puntos básicos más seis puntos adicionales de la categoría Innovación (Innovation) y cuatro puntos de Prioridad regional (Regional Priority), lo que hace un total de 110 puntos. El nivel de certificación para proyectos comerciales se determina en función de la siguiente escala:

- Certificado (Certified) de 40 a 49 puntos
- Plata (Silver) de 50 a 59 puntos
- Oro (Gold) de 60 a 79 puntos
- Platino (Platinum) más de 80 puntos

Los niveles de la certificación LEED para hogares (LEED for Homes) varían ligeramente ya que el sistema de clasificación se basa en una escala de 125 puntos, más 11 puntos por innovación.

DESARROLLO Y EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN

Desde su lanzamiento en el año 2000, LEED ha evolucionado para abordar nuevos mercados y tipos de edificios, los avances en práctica y tecnología, y para comprender mejor los impactos del entorno de construcción en la salud ambiental y humana. Estas mejoras constantes de LEED se basan en principios de transparencia, apertura e inclusión que involucran a comisiones de voluntarios y grupos de trabajo, así como al personal de USGBC, e implican la aprobación por medio del voto de los miembros.

LEED se actualiza a través de un ciclo de desarrollo regular para las revisiones del sistema de clasificación. Existen tres tipos básicos de desarrollo de LEED:

- **Implementación y mantenimiento de la versión actual.** Los sistemas de clasificación LEED mejoran continuamente a través de la corrección y aclaración de la redacción de los créditos. Estas actualizaciones se publican como apéndices trimestrales e incluyen interpretaciones de LEED (ver a continuación).
- **Adaptaciones del sistema de clasificación LEED.** Las adaptaciones de crédito LEED tratan tanto los tipos de espacios específicos como los proyectos internacionales, lo que satisface las necesidades de los proyectos que de otra manera no podrían participar del sistema LEED. Actualmente, existen cuatro adaptaciones disponibles: LEED para escuelas (LEED for Schools) y LEED para atención médica (LEED for Healthcare), que derivan de LEED para nuevas construcciones (LEED for New Construction), y LEED para ventas minoristas (LEED for Retail), que es una adaptación del sistema de clasificación LEED para nuevas construcciones e interiores comerciales (LEED for New Construction and Commercial Interiors).
- **Próxima versión de LEED.** Un proceso de evaluación periódica y revisión conlleva a una mejora integral de los sistemas de clasificación. Esta fase incluye varias vías para los aportes de las partes interesadas y la aprobación final de los miembros de USGBC. Las ideas que se generan durante el desarrollo de la próxima versión de los créditos LEED se prueban por lo general entre los equipos de proyecto LEED antes de someterlas a votación.

Además, la **Biblioteca de créditos LEED piloto** juega un papel importante en la evolución de LEED. Los créditos piloto se prueban en todos los tipos de sistemas de clasificación y categorías de créditos e incluyen los créditos propuestos para la nueva versión de LEED. Los equipos de proyecto pueden probar cualquiera de estos créditos piloto en la categoría Innovación (Innovation) y obtener puntos al ofrecer sus comentarios sobre la eficacia y posibilidad de alcance a USGBC. USGBC recopila e integra estos comentarios para perfeccionar los créditos piloto, y los créditos que valen la pena son los que se agregan al sistema de clasificación LEED que se somete a votación.

PONDERACIONES DE CRÉDITOS

El sistema de clasificación LEED siempre ha sido ponderado implícitamente en función de los diferentes valores de los puntos asignados a cada crédito y categoría. Estas ponderaciones continúan evolucionando con el sistema de clasificación como condiciones del mercado, requisitos de los usuarios, conocimientos científicos y cambios en la política pública. Las ponderaciones garantizan que LEED asigne valores más altos de puntos a los créditos y las categorías más importantes. De esta forma, el valor de un crédito determinado refleja su potencial tanto para mitigar los daños ambientales de un edificio como para promover efectos beneficiosos.

Figura 5.2. TRACI Categorías de impacto ambiental y LEED

Decidir qué impactos ambientales debe abordar LEED condujo a las ponderaciones iniciales de los créditos. LEED 2009 utilizó las categorías de impacto ambiental TRACI de la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. TRACI es una herramienta de software desarrollada por EPA para facilitar la evaluación del impacto para las evaluaciones de ciclo de vida, ecología industrial, diseño de procesos y prevención de la contaminación. Ubicadas en la parte superior de las categorías de impacto ambiental TRACI se encuentran las ponderaciones ideadas por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (National Institute of Standards and Technology) que comparan las categorías y asignan una importancia relativa a cada una. El resultado es un promedio ponderado que combina los efectos del edificio y el valor relativo de las categorías de impacto. En términos generales, la ponderación de créditos destaca la eficiencia energética, la energía renovable, la demanda de transporte reducida y la conservación del agua, en función de su contribución directa a la reducción de problemas de alta prioridad, en particular de las emisiones de gases de efecto invernadero.

A medida que los sistemas de clasificación continúan evolucionando, las ponderaciones de créditos enfatizan cada vez más la capacidad del entorno de construcción de tener efectos positivos en ambientes naturales y humanos.

CAPA DE CARBONO

USGBC adhiere a los **Principios Wingspread sobre la respuesta de EE. UU. al calentamiento global (Wingspread Principles on a U.S. Response to Global Warming),** una serie de propuestas firmadas por personas y organizaciones que declaran su compromiso para tratar el cambio climático. Estos principios reconocen que el reto esencial del cambio climático exige cambios en nuestra economía, nuestras políticas y nuestros comportamientos. Los Principios Wingspread hacen un llamado a la acción urgente y efectiva para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del 60% al 80% por debajo de los niveles de 1990 para mediados de siglo. Como adherente y de conformidad con la misión y visión de USGBC, LEED ofrece una poderosa herramienta para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con el entorno de construcción.

Algunos edificios ecológicos pueden lograr mayores reducciones de gases de efecto invernadero que otros, ya sea debido a estrategias específicas utilizadas para obtener la certificación de LEED o por las circunstancias del proyecto, como su ubicación o la fuente de electricidad adquirida. En consecuencia, USGBC identifica y prioriza actualmente los créditos LEED en función de su valor relativo para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Esta "capa de carbono" es un índice cuantitativo de la importancia relativa de los créditos individuales.

El puntaje para cada crédito LEED se estima según la huella de carbono para un edificio LEED típico. La huella de carbono de un edificio se compone de las emisiones totales de gases de efecto invernadero asociadas con su construcción y operación, lo que incluye:

- la energía utilizada por los sistemas del edificio;
- el transporte relacionado con el edificio;
- las emisiones de agua incorporadas (electricidad para extraer, transportar, tratar y suministrar agua);
- las emisiones de desechos sólidos incorporadas (emisiones del ciclo de vida asociadas con los desechos sólidos); y
- las emisiones de materiales incorporadas (emisiones asociadas con la fabricación y el transporte de materiales).

La huella de carbono para la construcción y operación de un edificio de oficinas típico de 135,000 pies cuadrados (12,542 metros cuadrados) se representa en la Figura 5.2, que ilustra las fuentes de emisiones del total anual equivalente a 4,700 toneladas métricas de dióxido de carbono. La distribución se puede utilizar para dar prioridad a los créditos sobre la base de su potencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Los créditos que tratan las fuentes de emisiones más importantes reciben los puntajes más altos en la capa de carbono.

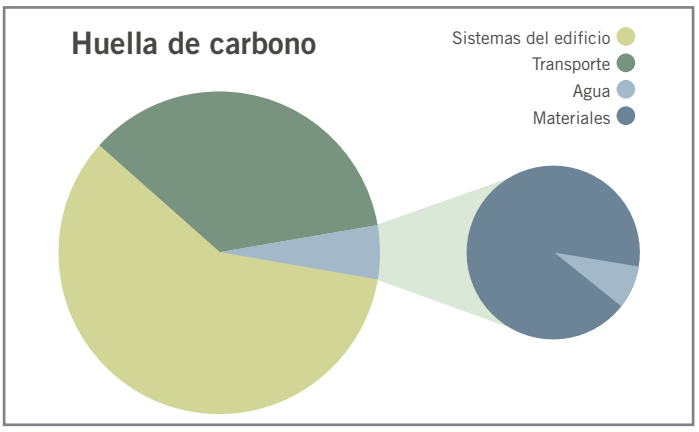


Figura 5.3. Distribución de la huella de carbono de un edificio de oficinas típico

CÓDIGOS DE EDIFICACIÓN ECOLÓGICA, ESTÁNDARES Y SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN

Una cantidad creciente de gobiernos estatales y locales están analizando y revisando sus códigos de construcción para alinearlos de manera más efectiva con sus objetivos de sustentabilidad y sus programas de edificación ecológica. Incluso cuando los códigos se establecen a nivel estatal, muchos gobiernos locales están notando que las regulaciones mínimas para el sector privado necesitan actualizaciones y estrategias de cumplimiento más integrales para mejorar la salud pública, la seguridad y la calidad ambiental.

Una iniciativa nacional histórica para codificar las prácticas de edificación ecológica en códigos de edificación ecológica adoptable, adaptable y aplicable ha emitido documentos reguladores que actualmente están disponibles como una cobertura para los códigos de construcción más tradicionales. El Código Internacional de Construcción Ecológica (International Green Construction Code, IGCC), incluido ASHRAE estándar 189.1 como una forma alternativa de cumplimiento, es un marco de trabajo ampliamente sustentado y el primero en su tipo que reconoce un conjunto completo de riesgos que de otra manera no se tratan en los códigos.

Ya sea de manera independiente como complementaria de los sistemas de clasificación de edificios ecológicos, como LEED, los códigos de edificación ecológica están redefiniendo las protecciones fundamentales que forman la base de una política pública inteligente. Además, así como el mínimo se eleva gracias a los códigos, también lo hace el límite máximo a través de sistemas de clasificación que van más allá de los códigos, como LEED, que continúan allanando el camino, subiendo constantemente el nivel para lograr el liderazgo.

GREEN BUILDING CERTIFICATION INSTITUTE

En 2008, el Green Building Certification Institute/GBCI se estableció como una entidad externa e independiente incorporada con el apoyo de USGBC. El GBCI administra las certificaciones de proyectos y las credenciales profesionales y los certificados para los sistemas de clasificación LEED. Mientras que el USGBC maneja el desarrollo de los sistemas de clasificación de LEED y ofrece programas educativos y de investigación basados en LEED, el GBCI administra el programa de acreditación profesional de LEED de manera independiente, a fin de permitir la gestión objetiva y equilibrada de la credencial. Además, el GBCI analiza y otorga la certificación de LEED a los proyectos.

CERTIFICACIÓN DE PROYECTOS

La certificación de LEED ofrece la verificación independiente de terceros de que un proyecto de construcción adopta las medidas de desempeño y edificación ecológica más altas. Al comienzo del desarrollo de un proyecto, el equipo de proyecto integrado debe determinar los objetivos del proyecto, el nivel de certificación que se desea obtener y los créditos que ayudarán a lograrlo. Los pasos para obtener la certificación por lo general son los siguientes:

Registro del proyecto

El proceso LEED comienza con el registro. El equipo del proyecto envía un formulario de registro y paga una tarifa al GBCI. Resulta útil si el **administrador del proyecto**, el miembro del equipo del proyecto que registra el proyecto, tiene experiencia previa en proyectos LEED y construcción ecológica; lo ideal sería que esta persona fuera un profesional acreditado de LEED. Una vez registrado, el equipo recibe información, herramientas y comunicaciones que servirán de ayuda para guiar el proceso de certificación. Toda la actividad del proyecto, incluido el registro y la documentación de cumplimiento para el crédito, se completa en **LEED en línea**, un portal de recopilación de datos a través del cual el equipo carga información sobre el proyecto. Este sitio ofrece plantillas de créditos para que un miembro determinado del equipo complete y firme.

Preparación para la solicitud

Cada crédito y prerrequisito de LEED tiene requisitos de documentación que se deben completar como parte del proceso de solicitud. El equipo del proyecto selecciona los créditos que ha decidido obtener y asigna las responsabilidades para cada crédito a un miembro del equipo. Cuando se ha reunido la documentación necesaria, lo que incluye la información y los cálculos exigidos, el equipo del proyecto carga el material en LEED Online (LEED en línea).

Envío

Una vez que el equipo está listo para que el GBCI revise su solicitud, el administrador del proyecto enviará la tarifa adecuada, que se basa en los pies/metros cuadrados del proyecto, y la documentación. El envío de la documentación para su revisión se puede realizar en una o dos etapas. El equipo puede esperar para enviar la documentación hasta que se haya finalizado el proyecto de construcción, o bien puede solicitar la revisión de sus prerrequisitos y créditos relacionados con el diseño antes de la finalización del proyecto y luego solicitar los créditos relacionados con la construcción una vez que el proyecto esté completo.

Revisión de la solicitud

Independiente de que los créditos de diseño y construcción se hayan enviado en forma conjunta o por separado, cada crédito se somete a una revisión preliminar. El revisor del GBCI puede solicitar información adicional o aclaraciones. El equipo luego enviará la documentación final. Después de la revisión final, el equipo puede apelar cualquier decisión adversa sobre los créditos individuales ante el GBCI por una tarifa adicional.

Certificación

La certificación es el último paso en el proceso de revisión de LEED. Una vez que se completa la revisión final de la solicitud, el equipo del proyecto puede aceptarla o apelar la decisión

final. Los proyectos certificados por LEED reciben certificados formales de reconocimiento, información sobre cómo ordenar placas y consejos prácticos sobre cómo publicitar el logro. Los proyectos pueden incluirse en el directorio en línea de LEED de proyectos certificados y registrados de USGBC.

Variantes

Dos sistemas de clasificación LEED siguen procesos ligeramente diferentes que reflejan diferencias en la planificación y el desarrollo.

LEED para hogares (LEED for Homes) implica una revisión de varios pasos, basada en las fases del diseño y la construcción de nuevos hogares, con la participación de los miembros del equipo del proyecto, incluidos un proveedor de LEED para hogares, el constructor, un calificador de prácticas ecológicas y un calificador de energía hogareña. El proceso de verificación se compone de cinco pasos:

- **Paso 1.** Planificación inicial
- **Paso 2.** Diseño
- **Paso 3.** Construcción
- **Paso 4.** Verificación y certificación

LEED para desarrollo de vecindario (LEED for Neighborhood Development) sigue el proceso típico de desarrollo de vecindarios, que puede llevar años o incluso décadas, desde los primeros pasos del proyecto (obtener los permisos necesarios) hasta su finalización. Este proceso se divide en tres etapas de revisión:

- **Etapa 1.** Revisión anterior a la finalización del proceso de habilitación (permisos)
- **Etapa 2.** Certificación de un plan de desarrollo aprobado
- **Etapa 3.** Revisión de un desarrollo de vecindario completo

El USGBC ofrece información completa sobre el proceso de certificación en la sección de LEED de este sitio web.

RESOLUCIONES DE INTERPRETACIÓN DE CRÉDITOS DE PROYECTOS E INTERPRETACIONES DE LEED

Los sistemas de clasificaciones LEED están diseñados como herramientas flexibles y voluntarias para mejorar el desempeño de edificios y promover la transformación del mercado. Por momentos, un equipo de proyecto puede necesitar aclaraciones, más orientación u otras maneras de cumplir con los requisitos del sistema de clasificación. Los equipos de proyectos tienen en consecuencia varias opciones para relacionarse con el USGBC y el GBCI durante el proceso de presentación de la certificación.

Las resoluciones de interpretación de créditos de proyectos (CIR del proyecto), que administra el GBCI, permiten a los equipos obtener orientación técnica sobre cómo se relacionan los requisitos de LEED con sus proyectos. Las CIR de proyecto no garantizan el otorgamiento de un crédito; el solicitante aun debe demostrar y documentar el logro durante el proceso de solicitud de la certificación de LEED. Un equipo que desea acceder a las CIR

de un proyecto debe utilizar la pestaña de consultas formales de LEED en línea. Las pautas para solicitar una CIR de proyecto están disponibles en el sitio web de GBCI. La resolución es confidencial y por lo general se aplica únicamente al proyecto en particular.

Los equipos de proyectos pueden contribuir a la evolución de LEED de manera significativa a través de las **interpretaciones de LEED** que pueden generar resoluciones que sienten precedentes. Este proceso comienza cuando un equipo de proyecto envía una consulta al GBCI y elige aceptar el proceso de interpretaciones de LEED. Un revisor de la certificación evalúa en principio esta solicitud. La resolución inicial se puede someter a una revisión subsiguiente basada en consenso por parte de la comisión y el personal de LEED, cuya resolución se puede aplicar a varios edificios, los sistemas de clasificación y los programas de LEED, por parte del mismo equipo de proyecto o por otras personas. La base de datos de las interpretaciones de LEED y los anexos se encuentran en línea. Se puede obtener orientación adicional sobre el proceso de interpretaciones de LEED en el sitio web de USGBC.

CREDENCIALES DE PROFESIONAL DE LEED

El GBCI también gestiona todos los aspectos del programa de acreditación profesional de LEED, incluidos el desarrollo del examen, el registro y el otorgamiento. Los profesionales de LEED demuestran el conocimiento actual de las tecnologías de construcción ecológica, las prácticas recomendadas y los sistemas de clasificación LEED que evolucionan rápidamente. Las credenciales diferencian a los profesionales en una industria creciente y competitiva, permiten varios niveles de especialización y proporcionan a empleadores, formadores de políticas y otras partes interesadas una indicación del nivel de competencia de los individuos. Los titulares de las credenciales primero deben reunir los requisitos y luego aprobar un examen para demostrar sus conocimientos. Los requisitos de elegibilidad varían en función del nivel de acreditación que pretende obtener el candidato. La acreditación está disponible en tres niveles:

- **El nivel LEED Green Associate** valida los conocimientos básicos sobre construcción ecológica y el campo profesional, obtenidos por la experiencia en construcción sustentable y ecológica o la experiencia educativa relacionada.
- **El nivel LEED Accredited Professional** demuestra una estrecha familiaridad con los sistemas de clasificación LEED que se desarrolla a través de la participación activa y la contribución a un proyecto registrado por LEED.
- **El nivel LEED Fellow** distingue el liderazgo profesional, la contribución a los estándares de práctica y el conjunto de conocimientos y la mejora continua en el campo.

Además, el GBCI administra los LEED Professional Certificates™ para certificar las habilidades y el conocimiento de la implementación de LEED exigida para ofrecer servicios de verificación de proyectos LEED. Actualmente, se puede obtener la acreditación como calificador de prácticas ecológicas de LEED para hogares (LEED for Homes Green Rater); próximamente estarán disponibles los certificados de LEED Project Reviewer.

Para mantener sus credenciales vigentes, los profesionales deben reunir requisitos continuos de capacitación que los ayuden a incrementar sus bases de conocimientos, mantenerse actualizados en las prácticas recomendadas y demostrar que su experiencia es significativa en un mercado que se transforma rápidamente. El GBCI supervisa el desarrollo y la implementación de un programa de mantenimiento de credenciales para LEED Accredited Professionals. Establecer requisitos de capacitación continua para los LEED Accredited Professional garantiza que la credencial continúe distinguiendo a aquellos profesionales de la construcción que tienen conocimientos sólidos de los principios y las prácticas de construcción ecológica además de as habilidades para administrar el proceso de certificación de LEED.

CONCLUSIÓN

Equipado con el conocimiento fundamental sobre los edificios ecológicos y los conceptos básicos de LEED, retomemos el edificio descrito al comienzo de esta guía por el Director ejecutivo de USGBC, Rick Fedrizzi. Imagine esta mesa grande de roble en el espacio de la oficina comercial LEED Platino y tome asiento.

Como parte del equipo financiero de su empresa, quizás esté trabajando junto con el administrador de la propiedad para ultimar los detalles sobre un acuerdo de arrendamiento ecológico para este espacio. O bien, en cuanto se firme el arrendamiento y su empresa se haya mudado al sitio, será parte del personal de operaciones y se sentará en la misma mesa para analizar los pasos necesarios a fin de implementar las nuevas pautas de limpieza ecológica de su empresa.

Ahora, imagine que la mesa de roble está en su hogar LEED Platino. Está disfrutando de una comida con sus hijos que volvieron de la universidad al hogar para disfrutar de las vacaciones de verano. A medida que pasa los platos por la mesa, llenos de alimentos frescos del supermercado al que puede ir caminando, su hija lo felicita por seguir su consejo y obtener la certificación LEED para el hogar.

Luego, imagine que usted es ese hijo o hija. Regresa al predio universitario, se sienta en su propia mesa de roble, en el centro de actividades para estudiantes LEED Platino de la universidad. Comparte con sus compañeros y profesores las experiencias como voluntario en la Conferencia sobre construcción ecológica más reciente. Inspirado por sus historias, el equipo decide planificar una conferencia sobre sustentabilidad en el predio durante los próximos meses.

Finalmente, imagine que está sentado en esa mesa de roble, de nuevo en el espacio de la oficina comercial LEED Platino, inundada de luz natural de primavera. Trabaja junto a sus colegas, y hacen un seguimiento de los planes expuestos en una charrette de proyecto reciente. Al levantar la mirada, está orgulloso de lo que puede contribuir como Green Associate de LEED o Accredited Professional de LEED.

Todos los días entramos a estos edificios y salimos de ellos, generalmente sin darles mucha importancia. Hay una enorme oportunidad en nuestros hogares, oficinas, escuelas, hospitales, lugares de culto y vecindarios. Al trabajar juntos para transformar el entorno de construcción,

podemos encontrar la solución para el cambio climático, la escasez de agua y recursos, el desempleo y los peligros económicos. Podemos abordar los programas graves, como la congestión del tráfico y las enfermedades respiratorias. Con el conocimiento que adquirió ahora, no solo está capacitado para formar parte de las conversaciones sobre estos desafíos, sino que está preparado para ser un líder, buscar soluciones y transformar el entorno de construcción.

APÉNDICES

APÉNDICE A:
Recursos del USGBC y GBCI

Manual para el candidato asociado ecológico de LEED (LEED Green Associate Candidate Handbook)
http://www.gbci.org/Libraries/Candidate_Handbooks/LEED_Green_Associate_Candidate_Handbook.sflb.ashx

Recursos de educación de USGBC
http://www.usgbc.org/education

Publicaciones, cursos y productos relacionados del Consejo de la construcción ecológica de los Estados Unidos (U.S. Green Building Council)
http://www.usgbc.org/store

Información general de los códigos de construcción ecológica
http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=7403

Información sobre USGBC y su interacción con el gobierno
http://www.usgbc.org/government

LEED para desarrollo de vecindario (LEED for Neighborhood Development)
http://www.usgbc.org/nd

Sistema de clasificación de LEED 2009 para nuevas construcciones y renovaciones importantes (LEED 2009 for New Construction and Major Renovations) (USGBC, 2009)
http://www.gbci.org/Libraries/Credential_Exam_References/LEED-2009-for-New-Construction-Rating-System.sflb.ashx

LEED para edificios existentes (LEED for Existing Buildings): Guía de referencia de operaciones y mantenimiento (Operations & Maintenance Reference Guide), Introducción (USGBC, 2009)
http://www.gbci.org/Libraries/Credential_Exam_References/LEED-for-Operations-and-Maintenance-Reference-Guide-Introduction.sflb.ashx

LEED para edificios existentes (LEED for Existing Buildings): Guía de referencia de operaciones y mantenimiento (Operations & Maintenance Reference Guide), Glosario (USGBC, 2008)
http://www.gbci.org/Libraries/Credential_Exam_References/LEED-for-Operations-and-Maintenance-Reference-Guide-Glossary.sflb.ashx

Sistema de clasificación de LEED para hogares (LEED for Homes) (USGBC, 2008)
http://www.gbci.org/Libraries/Credential_Exam_References/LEED-for-Homes-Rating-System.sflb.ashx

Sistema de clasificación de LEED 2009 para operaciones y mantenimiento (LEED 2009 for Operations & Maintenance) (USGBC, 2009)
http://www.gbci.org/Libraries/Credential_Exam_References/LEED-EBOM-Rating-System.sflb.ashx

Requisitos mínimos del programa de LEED 2009 (USGBC, 2009)
http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=6715

Costo de nuevo análisis ecológico (Cost of Green Revisited), de Davis Langdon (2007)
http://www.gbci.org/Libraries/Credential_Exam_References/Cost-of-Green-Revisited.sflb.ashx

Manual técnico sobre edificios sustentables: Parte II (Sustainable Building Technical Manual: Part II), de Anthony Bernheim y William Reed, 1996
http://www.gbci.org/Libraries/Credential_Exam_References/Sustainable-Building-Technical-Manual-Part-II.sflb.ashx

El tratamiento de LEED® del impacto ambiental de los refrigerantes de HVAC (The Treatment by LEED® of the Environmental Impact of HVAC Refrigerants) (Comité de asesoramiento técnico y científico de LEED, 2004)
http://www.gbci.org/Libraries/Credential_Exam_References/The-Treatment-by-LEED-of-the-Environmental-Impact-of-HVAC-Refrigerants.sflb.ashx

Resolución de la interpretación de créditos (GBCI)
http://www.gbci.org/Certification/Resources/cirs.aspx

Guía sobre créditos para innovación en el diseño (Guidance on Innovation in Design [ID] Credits) (USGBC, 2004)
http://www.gbci.org/Libraries/Credential_Exam_References/Guidance-on-Innovation-and-Design-Credits.sflb.ashx

APÉNDICE B: Información del estudio de caso

PRAIRIE CROSSING STATION VILLAGE

Año de finalización: 2010
Ubicación: Grayslake, Illinois
Nivel de certificación de LEED: Certificado
Sistema de clasificación: LEED ND; piloto
Sitio web de la organización: http://www.prairiecrossing.com/

HOTEL GAIA NAPA VALLEY EN CANYON VALLEY

Año de finalización: 2006
Ubicación: American Canyon, California
Nivel de certificación de LEED: Oro
Sistema de clasificación: LEED NC Versión 2.1
Sitio web de la organización: http://www.gaianapavalleyhotel.com/

KENYON HOUSE

Año de finalización: 2008
Ubicación: Seattle, Washington
Nivel de certificación de LEED: Platino
Sistema de clasificación: LEED for Homes Versión 1.0
Sitio web de la organización: http://www.buildingchanges.org/news-room/heads-up/132-welcome-home-to-kenyon-house
Sitio web del estudio de caso de USGBC: http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=8825

ESCUELA CHARTWELL

Año de finalización: 2006
Ubicación: Seaside, California
Nivel de certificación de LEED: Platino
Sistema de clasificación: LEED NC Versión 2.1
Sitio web de la organización: http://www.chartwell.org/
Sitio web del estudio de caso de USGBC: http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=8824

POTOMAC YARD UNO Y DOS

Año de finalización: 2006
Ubicación: Arlington, Virginia
Nivel de certificación de LEED: Oro
Sistema de clasificación: LEED NC Versión 2.1 y LEED EB Versión 2.0
Sitio web de la organización: http://www.potomacyard.net/
Sitio web del estudio de caso de USGBC: http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=8827

GLOSARIO

Administrador de proyecto integrante de un equipo de proyecto que registra un proyecto en GBCI.

Agua no potable ver Agua potable.

Agua potable agua que cumple con el estándar de calidad de agua para beber o usar con un bajo riesgo de causar un daño inmediato o a largo plazo.

Aguas grises aguas residuales domésticas compuestas por aguas de cocinas, baños, lavabos, bañeras y lavadoras de ropa, que no han estado en contacto con los desechos del inodoro. Algunos estados y autoridades locales permiten que las aguas residuales de los fregaderos de las cocinas se incluyan en las aguas grises.

Aguas negras aguas residuales de inodoros y orinales. Las definiciones varían y las aguas residuales de los fregaderos de las cocinas (quizás diferenciadas por el uso de un triturador de basura), duchas o bañeras se consideran aguas negras en algunos estados o códigos locales.

Aguas residuales agua gastada o utilizada en un hogar, comunidad, granja o industria, que contiene materia disuelta o en suspensión. (EPA, Agencia de Protección Ambiental)

Albedo reflectancia de una superficie, medida de 0 (negra) a 1 (blanca).

Ambiente construido ambiente artificial que proporciona una estructura para la actividad humana.

Área impermeabilizada superficie que ha sido compactada o cubierta por materiales que no permiten que el agua se infiltre. Entre las áreas impermeabilizadas en un ambiente construido figuran las superficies de concreto, los ladrillos, las piedras, el asfalto y las superficies selladas

ASHRAE sigla en inglés de la Asociación Estadounidense de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado.

Balance hídrico una medida de comparación de la cantidad de agua que fluye hacia el interior y el exterior de un sistema.

Biblioteca de créditos LEED piloto créditos que se están probando en la actualidad en los sistemas de clasificación y en las categorías de créditos que están propuestos para la nueva versión de LEED.

Biocanal de drenaje técnica de control de aguas pluviales que utiliza una combinación de una cuenca artificial, suelos y vegetación para reducir la velocidad de las aguas pluviales y detenerlas, incrementar la recarga de aguas subterráneas y disminuir la escorrentía pico de las aguas pluviales.

Biodegradable Capacidad de una sustancia de descomponerse en condiciones naturales. (EPA, Agencia de Protección Ambiental)

Biodiversidad variedad de vida en todas las formas, niveles y combinaciones, incluida la diversidad del ecosistema, la diversidad de especies y la diversidad genética.

Biomasa material vegetal proveniente de árboles, malezas o cultivos que pueden ser convertidos en energía térmica para producir electricidad.

Cálculo de costos del ciclo de vida proceso de cálculo de costos que considera tanto los costos de compra como los operativos así como el ahorro relativo durante la vida útil del edificio o producto.

Calidad ambiental interior condiciones dentro de un edificio, y su impacto sobre los ocupantes o residentes.

Calidad del aire interior naturaleza del aire dentro de espacios que afecta la salud y el bienestar de los ocupantes del edificio. Se considera aceptable cuando no hay contaminantes conocidos en concentraciones perjudiciales y una mayoría considerable (80% o más) de los ocupantes no expresan descontento. (ASHRAE estándar 62.1–2007)

Certificado de energía renovable (renewable energy certificate, REC) bien comerciable que prueba que una unidad de electricidad fue generada a partir de un recurso de energía renovable. Los REC se venden de forma separada de la electricidad misma y por lo tanto permiten que un usuario de electricidad generada en forma convencional compre energía ecológica.

Charrette de diseño talleres intensos cuyo objetivo es generar resultados específicos.

Ciclo de retroalimentación flujos de información dentro de un sistema que permiten que el sistema se autoorganice.

Ciclo de retroalimentación negativa señal para que un sistema deje de cambiar cuando ya no se requiere una respuesta.

Ciclo de retroalimentación positiva ciclos que se autorrefuerzan y en los que un estímulo causa un efecto y el ciclo produce más de ese efecto.

Claristorio ventanas ubicadas en una parte elevada del interior por encima del techo adyacente diseñadas para admitir luz natural en espacios interiores.

Clasificación ENERGY STAR medición del desempeño energético de un edificio comparado con edificios similares, conforme lo determina el Gestor de cartera ENERGY STAR. Una puntuación de 50 significa que el edificio tiene un desempeño promedio.

Clorofluorocarbono (CFC) compuesto químico orgánico conocido por su potencial para destruir el ozono.

Coeficiente de área cubierta relación entre el área total construida del edificio y el área del terreno admisible que el edificio puede cubrir. En un edificio ecológico, el objetivo es construir hacia arriba y no hacia afuera porque una huella menor significa menor trastorno del paisaje existente o creado.

Combustible fósil energía derivada de restos orgánicos antiguos; por ejemplo: turba, carbón, petróleo crudo y gas natural. (EPA, Agencia de Protección Ambiental)

Comisionamiento (Cx) proceso de verificación y documentación de que un edificio y todos sus sistemas y montajes están planificados, diseñados, instalados, probados, operados y mantenidos para cumplir con los requisitos del propietario del proyecto.

Comisionamiento de instalaciones verificación posterior a la construcción para comprobar que la estructura y sus sistemas y subsistemas cumplan con los requisitos del proyecto según lo previsto y el diseño.

Compuesto orgánico volátil (VOC) sustancias que se vaporizan a temperatura ambiente y pueden causar problemas de salud. Emisión de gases de VOC de muchos materiales, incluidos los adhesivos, los selladores, las pinturas, las alfombras y los paneles de fibra prensada. Limitar las concentraciones de VOC protege la salud tanto del personal de construcción como de los ocupantes del edificio.

Concentración de dióxido de carbono indicador de la efectividad de la ventilación dentro de los edificios. Las concentraciones de dióxido de carbono (CO2) superiores a 530 partes por millón (ppm) por encima de las condiciones en el exterior generalmente indican una ventilación inadecuada. Las concentraciones absolutas superiores a 800-1,000 ppm indican normalmente una calidad de aire deficiente para la respiración. El dióxido de carbono (CO2) se acumula en un espacio cuando no hay suficiente ventilación.

Conectividad con la comunidad cantidad de conexión entre un sitio y la comunidad vecina, medida por la proximidad del sitio a hogares, escuelas, parques, tiendas, restaurantes, instalaciones médicas y otros servicios y centros de esparcimiento. Entre los beneficios de la conectividad figuran la mayor satisfacción de los usuarios del sitio y la reducción del transporte asociado para llegar a los servicios.

Confort térmico temperatura, humedad y límites de flujo de aire dentro de los cuales la mayoría de las personas se siente más cómoda, según está determinado por el ASHRAE estándar 55. Dado que el vestuario de las personas es diferente dependiendo de la estación, los niveles de confort térmico varían con la estación. Los ajustes de control para los sistemas de HVAC deben variar en consecuencia para garantizar que los ocupantes estén cómodos y se conserve la energía.

Construcción y demolición desechos y reciclables generados de la construcción y de la renovación, demolición o desmontaje de estructuras preexistentes. No incluye desechos de limpieza de suelos tales como tierra, vegetación y piedras.

Contaminación de fuente no puntual se refiere, por lo general, a la contaminación del agua causada por la escorrentía de aguas pluviales de fuentes no específicas. Cuando llueve, el agua se lleva consigo los fertilizantes, el aceite de los vehículos, los desperdicios de las mascotas, etc. hacia los cuerpos receptores de agua.

Contaminante elemento aerotransportado no deseado que puede reducir la calidad del aire en ambientes cerrados (ASHRAE estándar, 62.1–2007).

Contenido reciclado porcentaje de material en un producto que es reciclado a partir de una corriente de desechos de fabricación (desechos pre-consumidor) o corriente de desperdicios del consumidor (desechos post-consumidor) y utilizados para fabricar nuevos materiales. Para LEED el contenido reciclado se expresa típicamente como un porcentaje del volumen o peso total del material.

Contenido reciclado post-consumidor porcentaje de material en un producto que fue desechado por el consumidor. El material reciclado fue generado por hogares,

comercios, industrias o usuarios finales institucionales y ya no se puede utilizar para su propósito inicial. Incluye el retorno de materiales desde la cadena de distribución. Entre los ejemplos figuran los desechos de construcción y demolición, los materiales recolectados a través de programas de reciclaje, productos desechados (por ejemplo: muebles, gabinetes, armarios entablados) y desechos de jardinería (por ejemplo: hojas, hierbas cortadas, podas de árboles). (ISO 14021)

Contenido reciclado pre-consumidor porcentaje de material en un producto que fue reciclado a partir de desechos de fabricación. Anteriormente se le conocía con el nombre "contenido post-industrial". Los ejemplos incluyen virutas de cepillado, aserrín, bagazo, cáscaras de nueces, descartes, materiales recortados, sobre-emisión de publicaciones e inventarios obsoletos. Se excluyen los materiales de retrabajo, rectificado, o materiales sobrantes susceptibles de ser recuperados dentro del mismo proceso que los generó. (ISO 14021)

Controlabilidad de los sistemas porcentaje de ocupantes que tienen control directo sobre la temperatura, el flujo de aire y la iluminación en sus espacios.

Crecimiento inteligente enfoque para el crecimiento que protege el espacio abierto y las tierras cultivables enfatizando el desarrollo con opciones de vivienda y transporte cerca de trabajos, tiendas y escuelas.

Crédito LEED componente opcional del sistema de clasificación LEED cuyo logro resulta en la obtención de puntos para obtener la certificación.

De la cuna a la cuna enfoque en el que todas las cosas se aplican a un nuevo uso al final de una vida útil.

De la cuna a la tumba conjunto de procesos lineales que llevan a la eliminación última de los materiales al final de una vida útil.

Densidad de desarrollo superficie total de todos los edificios dentro de un área específica, medido en pies/metros cuadrados por acre o viviendas por acre.

Densidad de edificación superficie cubierta de un edificio dividido por el área total de la parcela (pies/metros cuadrados por acre).

Densidad de potencia de iluminación potencia de iluminación instalada por unidad de área.

Densidad de red vial indicador de la densidad de un vecindario, calculado como la cantidad de millas de caminos por milla cuadrada. Las millas de caminos representan la longitud de una calle a lo largo de su eje central. Es más probable que una comunidad con alta densidad de red vial y calles angostas e interconectadas sea más amigable para los peatones que una con baja densidad de red vial y calles anchas.

Desarrollo de bajo impacto (low impact development, LID) enfoque para la gestión de tierras que imita los sistemas naturales para gestionar el agua pluvial lo más cercano posible a la fuente.

Desarrollo infill método de selección de parcelas que centra la construcción en sitios que han sido desarrollados previamente o donde existen brechas entre estructuras existentes.

Desempeño relativo a códigos comparación del desempeño de un sistema de edificación frente a una línea base equivalente para el cumplimiento mínimo de un código energético aplicable tal como el estándar ASHRAE 90.1 o el Título 24 de California.

Desempeño relativo a una referencia comparación del desempeño de un sistema de edificación frente a un estándar, como Gestor de cartera ENERGY STAR.

Desvío de desperdicios cantidad de desechos eliminados por medios diferentes de la incineración o en vertederos, expresada en toneladas. Entre los ejemplos de desvío de desechos se incluye la reutilización y el reciclaje.

Diseño pasivo planificación con la intención de aprovechar los elementos naturales, como la luz solar y el viento para iluminación, calefacción y enfriamiento.

Diseño regenerativo planes sustentables para entornos construidos que mejoren las condiciones existentes. El diseño regenerativo va más allá de la reducción de los impactos para crear un cambio positivo en el medio ambiente local y global.

Diversidad de usos o de tipos de viviendas cantidad de tipos de espacios o tipos de viviendas por acre. Un vecindario que incluya una diversidad de usos (oficinas, hogares, escuelas, parques, tiendas) alienta a caminar, y sus residentes y visitantes son menos dependientes de los vehículos particulares. Una diversidad de tipos de viviendas permite que hogares de diferentes tipos, tamaños, edades e ingresos vivan en el mismo vecindario.

Ecosistema unidad básica de la naturaleza que incluye una comunidad de organismos y sus alrededores medioambientales no vivientes que interactúan por medio de procesos biológicos, químicos y físicos.

Edificio ecológico abarca la planificación, el diseño, la construcción, las operaciones y, en última instancia, el reciclado o la renovación de las estructuras al final de la vida útil. La construcción ecológica busca soluciones que representen un equilibrio dinámico y saludable entre los beneficios ambientales, sociales y económicos.

Edificio ecológico de alto desempeño estructura diseñada para conservar el agua y la energía, utilizar espacio, materiales y recursos en forma eficiente, minimizar los desperdicios de construcción y crear un ambiente interno saludable.

Educación para la construcción y modelo de evaluación de la calidad del aire interior (Indoor Air Quality Building Education and Assessment Model, I-BEAM) parte integral del programa de gestión de IAQ (Calidad del Aire Interior) que proporciona una guía amplia para los profesionales de la construcción responsables de la calidad del aire interior de edificios comerciales. Incorpora una auditoría de IAQ de la construcción del proyecto para determinar el estado de IAQ del edificio.

Efecto isla de calor Absorción de calor por superficies duras, como pavimentos y edificios oscuros y no reflectantes, y su radiación hacia zonas circundantes. Particularmente en zonas urbanas, otras fuentes pueden incluir los escapes de los vehículos, los aires acondicionados y el equipamiento urbano. El flujo de aire reducido de edificios altos y calles angostas exacerba el efecto.

Eficiencia de riego porcentaje de agua suministrada por el equipo de riego que es realmente utilizada para riego y no se evapora, vuela o cae sobre superficies duras. Por ejemplo, los rociadores tienen menor eficiencia de riego (65%) que los sistemas por goteo (90%).

Eficiencia energética uso de menos energía para realizar la misma cantidad de trabajo.

Emisión de gases emisión de compuestos orgánicos volátiles a partir de productos sintéticos y naturales.

Encuesta de confort entre los ocupantes mide el nivel de confort de los ocupantes de diversos modos, entre ellos el confort térmico, acústico, la calidad del aire interior, los niveles de iluminación y la limpieza del edificio.

Energía ecológica energía de fuentes renovables, como energía solar, eólica, propulsada por olas, biomasa, geotérmica y varias formas de energía hidroeléctrica.

Energía fotovoltaica electricidad de células fotovoltaicas que convierten la energía solar en electricidad.

Energía incorporada cantidad total de energía utilizada para cosechar o extraer, fabricar, transportar, instalar y utilizar un producto durante su ciclo de vida.

Energía neta nula proyectos que no usan más energía de la red de la que pueden producir en el sitio.

Energía renovable recursos que no se agotan con su uso. Algunos ejemplos son la energía solar, eólica y una hidroeléctrica pequeña (bajo impacto), además de la energía geotérmica y sistemas propulsados por olas y mareas. Las formas de capturar energía solar incluyen sistemas fotovoltaicos, térmicos solares y bioenergéticos, a partir de desechos de madera, cultivos o residuos agropecuarios, desechos animales u orgánicos o gas de vertederos.

Enfoque del ciclo de vida considerar todas las etapas de un proyecto, producto o servicio, sumando la dimensión de longevidad al pensamiento de sistemas en su conjunto.

Enfriador dispositivo que extrae el calor de un líquido, típicamente como parte de un sistema de refrigeración utilizado para refrigerar y deshumidificar edificios

Envolvente de edificio superficie exterior de un edificio: paredes, ventanas, techo y piso; conocido también como fachadas del edificio.

Equipo de diseño integrado todos los participantes del proyecto de construcción desde el comienzo del proceso de diseño, incluidos los profesionales de diseño, representantes del propietario y el contratista general y subcontratistas.

Equipo de proyecto grupo amplio, inclusivo y colaborativo que trabaja en conjunto para el diseño y la realización de un proyecto.

Escorrentía de aguas pluviales agua de precipitaciones que fluye sobre superficies hacia sistemas de alcantarillado o masas receptoras de agua. Toda precipitación que sale de los límites del sitio del proyecto sobre la superficie se considera escorrentía de aguas pluviales.

Estándar de calidad del aire nivel de contaminantes indicado por normativas, que no se debe superar en una zona determinada dentro de un periodo específico. (EPA, Agencia de Protección Ambiental)

Evaluación del ciclo de vida análisis de aspectos medioambientales y de impactos potenciales asociados a un producto, proceso o servicio.

Externalidad costos o beneficios, independientes de los precios, que resultan de una transacción y que son incurridos por las partes no involucradas en la transacción.

Flush-out operación de los sistemas mecánicos durante un mínimo de dos semanas utilizando 100 por ciento del aire externo al final de la construcción y previo a la ocupación para garantizar la calidad segura del aire en el interior.

Galones por descarga (gpf) cantidad de agua consumida por dispositivos de descarga (sanitarios o inodoros y orinales).

Galones por minuto (gpm) cantidad de agua consumida por dispositivos de flujo (grifos de lavabos, cabezales de duchas y aireadores).

Gestión de la demanda del transporte proceso de reducción de viajes en vehículo en horas pico.

Gestión integrada de control de plagas enfoque sustentable que combina el conocimiento acerca de plagas, medio ambiente y métodos de prevención y control de plagas para minimizar la infestación y el daño, de manera económica a la vez que se minimizan los peligros para las personas, la propiedad y el medio ambiente.

Gestión integrada de control de plagas enfoque sustentable que combina el conocimiento sobre plagas, el medio ambiente y los métodos de prevención de plagas y de control para minimizar la infestación de plagas y el daño de una manera económica al mismo tiempo que se minimizan los peligros para las personas, la propiedad y el medioambiente.

Gestor de cartera ENERGY STAR herramienta de gestión interactiva en línea que permite el seguimiento y la evaluación del consumo de energía y de agua.

Grupo de asesoría técnica (technical advisory group, TAG) LEED comisión de expertos en la industria que ayudan en la interpretación de créditos y en el desarrollo de mejoras técnicas para el Sistema de Clasificación de Edificios ecológicos LEED.

Hidroclorofluorocarbono (HCFC) compuesto químico orgánico conocido por su potencial para reducir el ozono.

Horneado (bake-out) proceso utilizado para eliminar los compuestos orgánicos volátiles (Volatile Organic Compounds, VOC) de un edificio elevando la temperatura en el edificio completamente amueblado y ventilado antes de la ocupación humana.

Huella de carbono medida de las emisiones de gas de efecto invernadero asociadas a una actividad. Una huella de carbono global incluye la construcción, la operación, el uso de energía, el transporte relacionado al edificio y la energía incorporada del agua, los desechos sólidos y los materiales de construcción.

Huella del edificio área de la parcela del proyecto utilizada por la estructura del edificio, definida por el perímetro del plan del edificio. Los estacionamientos, jardines y otras instalaciones no edificadas no están incluidos en la huella del edificio.

Iluminación natural admisión controlada de luz natural en un espacio, utilizada para reducir o eliminar la iluminación eléctrica.

Impermeabilidad resistencia de un material a la penetración de un líquido. La impermeabilidad total de una superficie, como la pavimentación, se expresa como un porcentaje del área total del terreno que no permite la penetración de la humedad. Las superficies impermeabilizadas impiden que el agua de lluvia se infiltre en el suelo, lo que aumenta, por lo tanto, la escorrentía, reduce la recarga de aguas subterráneas y degrada la calidad del agua de superficie.

Índice de reflectancia solar (solar reflectivity index, SRI) medida de cuán bien un material rechaza el calor solar. El índice varía de 0 (menos reflectante) a 100 (más reflectante). El uso de colores claros y materiales "más fríos" ayuda a evitar el efecto isla de calor urbano (la absorción de calor por techos oscuros y pavimentos, y su radiación al aire ambiental) y minimiza la demanda de enfriamiento de los edificios cercanos.

Informe de comisionamiento documento que detalla el proceso de comisionamiento, incluida una reseña del programa de comisionamiento, identificación del equipo de comisionamiento y descripción de las actividades del proceso de comisionamiento.

Ingeniería de valor proceso de revisión formal del diseño de un proyecto sobre la base de su función deseada para identificar las alternativas potenciales que reducen los costos y mejoran el desempeño.

Intensidad del uso de la energía consumo de energía dividido entre la cantidad de pies/metros cuadrados en un edificio, expresado a menudo como unidad térmica británica (BTU) por pie/metro cuadrado o kilovatios/hora de electricidad por pie/metro cuadrado por año (kWh/sf/año).

Interesado término dinámico que abarca una amplia gama de personas a cargo de las tareas de diseño, creación y operación de un edificio y también personas cuyas vidas recibirán el impacto del medio ambiente así creado.

Interpretación LEED respuestas que potencialmente sientan precedentes para las consultas de interpretación de crédito de los equipos del proyecto.

Intrusión lumínica escape de luz más allá del límite del proyecto.

Jardín pluvial elemento para la gestión de aguas pluviales que consiste en una depresión excavada y vegetación que recolecta e infiltra la escorrentía y reduce las tasas pico de descarga.

Laguna seca área excavada que detiene las aguas pluviales y la escorrentía lenta, pero que está seca entre eventos pluviales. Las lagunas húmedas tienen una función similar pero están diseñadas para retener agua permanentemente.

Lámpara compacta fluorescente (Compact fluorescent lamp, CFL) lámpara fluorescente pequeña usada como una alternativa más eficiente a la luz incandescente. También llamada PL, tubo gemelo o lámpara Biax. (EPA, Agencia de Protección Ambiental)

Lavado verde presentación de información errónea a los consumidores para presentar un producto o política como más amigable con el medio ambiente de lo que es en realidad.

LEED Online (LEED en línea) portal de recopilación de datos manejado por Green Building Certification Institute (GBCI) a través del cual el equipo carga información sobre el proyecto.

Línea de base triple incorpora una visión a largo plazo para la evaluación de los efectos potenciales y de las mejores prácticas para tres tipos de recursos: los seres humanos, el planeta y las ganancias.

Línea de base versus diseño o uso real cantidad de agua que el caso de diseño o el uso real (para proyectos de edificios existentes) conserva frente al caso de línea de base. Todos los créditos de Eficiencia de Agua (Water Efficiency) utilizan un caso de línea de base frente al cual se compara el caso de diseño o el uso real de las instalaciones. El caso de línea

de base representa el flujo y la descarga según la Ley de Política Energética de 1992 (EPAct 1992) y el caso de diseño es el agua que se estima será utilizada en las instalaciones.

Lluvia ácida precipitación de soluciones diluidas de ácidos minerales fuertes, formada por la mezcla en la atmósfera de varios contaminantes industriales (principalmente dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno) que se encuentran naturalmente en el oxígeno y en el vapor de agua.

Lluvia recolectada precipitación de agua de lluvia capturada y utilizada para necesidades en interiores, riego o ambas.

Materiales rápidamente renovables productos agropecuarios (fibra o animal) que se cultivan o se crían rápidamente y pueden ser cosechados en forma sustentable, expresados como porcentaje del costo total de los materiales. Para LEED, la crianza o el cultivo de los materiales rápidamente renovables toma hasta 10 años.

Materiales regionales material que se extrae, se procesa y se fabrica cerca del sitio del proyecto, expresado como un porcentaje del costo total de los materiales. Para LEED, los materiales regionales se originan dentro de un radio de 500 millas (800 km) del sitio del proyecto.

Material particulado partículas sólidas o gotas líquidas en la atmósfera. La composición química de las partículas varía según la ubicación y la época del año. Algunas de sus fuentes son el polvo, las emisiones de procesos industriales, los productos de combustión de la quema de madera y carbón, los productos de combustión asociados a vehículos a motor o escapes de motores no vehiculares y reacciones a gases en la atmósfera. (EPA, Agencia de Protección Ambiental)

Material rescatado elementos de construcción recuperados de edificios o sitios de construcción existentes y reutilizados. Los materiales rescatados comunes incluyen vigas y postes estructurales, pisos, puertas, ebanistería, ladrillos y elementos decorativos.

Medidas del uso de la energía medidas habituales primarias del consumo de energía, asociadas a los edificios, incluyen kilovatios/hora de electricidad, termias de gas natural y galones de combustible líquido.

Millas recorridas en vehículo (vehicle miles traveled, vmt) medida de la demanda de transporte que estima las millas/los kilómetros asociados a un proyecto, a menudo para automóviles con un solo ocupante. LEED en ocasiones utiliza una métrica complementaria para millas (kilómetros) de modo alternativo (por ejemplo, en vehículos con alta ocupación).

Monitoreo de desempeño métrica de seguimiento continuo de la energía, el agua y otros sistemas, para específicamente responder y lograr mejores niveles de eficiencia.

Neutralidad del carbono proyectos que tienen emisiones de carbono que no exceden el límite de las que pueden ser capturadas o compensadas.

No renovable no susceptible de ser reemplazado; agotado permanentemente una vez usado. Ejemplos de fuentes de energía no renovable son el petróleo o el gas natural; algunos recursos naturales no renovables son los minerales metálicos.

Objetivo LEED meta principal de cada requisito o crédito.

Pensamiento sistémico entendimiento del mundo, incluido el ambiente construido, como una serie de relaciones en las que todas las partes influyen sobre muchas otras partes.

Permeabilidad porcentaje del área de la superficie de un pavimento que está abierto y permite que la humedad pase a través de él y sea absorbido por el suelo.

Perturbación del sitio porción de un sitio que se ve perturbada por la actividad de construcción. En sitios no desarrollados, la restricción del área y del límite de perturbación del sitio puede proteger al hábitat circundante.

Pie-candela medida de la cantidad de iluminación que cae sobre una superficie. Un pie-candela es igual a un lumen por pie cuadrado. Minimizar la cantidad de pie-candela en la iluminación del sitio ayuda a reducir la contaminación lumínica y a proteger los cielos oscuros y a los animales nocturnos.

Plan de comisionamiento documento que resume la organización, el programa, la asignación de recursos y los requisitos de documentación del proceso de comisionamiento.

Plan de gestión de desechos de construcción plan que desvía los desechos de construcción de los vertederos a través del reciclado, recuperación y reutilización.

Plan de gestión de desechos plan que aborda la clasificación, recolección y eliminación de los desechos generados durante los procesos de construcción o renovación. Debe abarcar la gestión de desechos de vertederos como de materiales reciclables.

Plan de gestión de la calidad ambiental interior plan que explica con detalle las estrategias para proteger la calidad del aire interior para trabajadores y ocupantes. Incluye el aislamiento de áreas de trabajo para prevenir la contaminación de espacios ocupados, la programación de las actividades de construcción para minimizar la exposición a la liberación de gases, la protección del sistema HVAC contra el polvo, la selección de materiales con niveles mínimos de toxicidad y la ventilación exhaustiva del edificio antes de su ocupación.

Plan de prevención de aguas pluviales plan que aporta medidas para evitar la erosión, la sedimentación y la descarga de contaminantes potenciales a las masas de agua y humedales.

Planicie aluvial terreno con susceptibilidad de ser inundado por una tormenta de un tamaño dado (por ejemplo, tormenta de 100 años).

Plantas adaptadas plantas no nativas, introducidas, que crecen bien en un hábitat con mínima protección en invierno, control de plagas, fertilización o riego una vez establecido su sistema de raíces. Las plantas adaptadas se consideran de bajo mantenimiento y no invasivas.

Plantas nativas o autóctonas plantas adaptadas a una región específica durante un período definido. En Norteamérica, el término a menudo se refiere a plantas que crecen en una región desde antes del asentamiento de poblaciones de origen europeo. Las plantas nativas se consideran de bajo mantenimiento y no invasivas.

Prerrequisito de LEED componente requerido por el Sistema de Clasificación de Edificios Ecológicos LEED cuya obtención es obligatoria y no otorga ningún punto.

Principios Wingspread sobre una respuesta de los EE. UU. al calentamiento global conjunto de propuestas firmadas por personas y organizaciones que declaran su compromiso para abordar el tema del cambio climático.

Proceso integrado enfoque para diseño y operación que une a los miembros del equipo con el objetivo de trabajar en conjunto y encontrar soluciones sinérgicas que estimulan mayores niveles de sustentabilidad.

Proceso iterativo proceso circular y repetitivo que da oportunidades para la determinación de metas y verificación de cada idea respecto de dichos objetivos.

Producto derivado materiales, diferentes del producto principal, generados como consecuencia de un proceso industrial o como una descomposición de un producto en un sistema viviente. (EPA, Agencia de Protección Ambiental)

Productos y sistemas con eficiencia energética componentes de edificios y electrodomésticos que utilizan menos energía para desempeñarse igual o mejor que los productos estándares.

Propiedades emergentes patrones que emergen de un sistema como un todo, que son más que la suma de las partes.

Protocolo de Montreal tratado internacional que elimina en forma total o parcial el uso de sustancias conocidas por reducir la capa de ozono.

Punto de aprovechamiento punto de un sistema donde una pequeña intervención puede generar grandes cambios.

Recolección de aguas pluviales recolección y almacenamiento de precipitaciones de una zona de captación, como un techo.

Refrigerante una de varias sustancias utilizadas en los sistemas de enfriamiento para transferir energía térmica en acondicionadores de aire y sistemas de refrigeración.

Regenerativo que evoluciona con los sistemas vivientes y contribuye a la renovación a largo plazo de los recursos y a la salud de toda especie viviente en cada lugar único.

Reglamento de interpretación de crédito del proyecto (credit interpretation rulings, CIR) respuesta del GBCI que aporta una guía técnica sobre la forma en que los requisitos LEED conciernen a proyectos específicos.

Requisitos mínimos del programa (Minimum Program Requirements, MPR) LEED una lista de las características básicas que debe tener un proyecto a fin de ser elegible para la certificación. Esto define una amplia categoría de edificios que los sistemas de clasificación LEED fueron diseñados para evaluar.

Retrocomisionamiento proceso de comisionamiento que se puede realizar en edificios existentes para identificar y reconocer mejoras de sistemas que hagan que un edificio sea más adecuado para el uso actual.

Reuniones de interesados reuniones que incluyen a personas o entidades que tengan intereses personales particulares en el resultado de un proyecto.

Reutilización adaptativa diseño y construcción de una estructura de forma tal que sea adecuada para un uso futuro diferente de su uso original. Esto evita el impacto ambiental del uso de materiales nuevos.

Reutilización de materiales devolución de materiales al uso activo (en la misma capacidad o una relacionada a su uso original), expresada como un porcentaje del costo total de los materiales de un edificio. Los materiales rescatados se incorporan en el nuevo edificio; así, se extiende la vida útil de materiales que, de otro modo, serían desechados.

Silvicultura sustentable práctica en gestión de recursos forestales para satisfacer la necesidad humana a largo plazo de productos forestales a la vez que se mantiene la biodiversidad de los paisajes forestados.

Síndrome del edificio enfermo (sick building syndrome, SBS) combinación de síntomas experimentados por los ocupantes de un edificio que parecen estar relacionados con el tiempo de permanencia en este, pero que no se pueden rastrear a una causa específica. Las quejas pueden estar localizadas en una sala o zona en particular, o pueden ocurrir en todo el edificio. (EPA, Agencia de Protección Ambiental)

Sistema abierto sistema en el que los materiales ingresan constantemente desde el exterior, se utilizan en el sistema y luego se liberan de este en forma de desperdicios.

Sistema cerrado sistema que intercambia materiales y elementos mínimos con sus alrededores. Los sistemas están relacionados entre sí para hacer el mejor uso de los productos derivados.

Sistema conjunto de componentes que interactúan en una serie de relaciones para formar un todo complejo, que sirve a funciones o propósitos específicos.

Sistema de clasificación LEED sistema voluntario de clasificación de edificios, basado en el consenso, impulsado por el mercado sobre la base de tecnología existente y probada. El Sistema de Clasificación de Edificios Ecológicos LEED representa el esfuerzo del USGBC por proporcionar una referencia nacional para los edificios ecológicos. A través de su uso como pauta de diseño y como herramienta de certificación de terceros, el Sistema de Clasificación de Edificios Ecológicos LEED tiene como fin mejorar el bienestar de los ocupantes, el desempeño medioambiental y el desempeño económico utilizando prácticas, estándares y tecnologías establecidos e innovadores.

Sistema de gestión de energía sistema de control capaz de monitorear las cargas ambientales y de sistemas, y de ajustar adecuadamente las operaciones de HVAC para conservar energía a la vez que mantiene el confort de los ocupantes (EPA, Agencia de Protección Ambiental)

Sistemas de HVAC equipos, sistemas de distribución y terminales que proporcionan procesos de calefacción, ventilación o aire acondicionado. (ASHRAE estándar 90.1–2007)

Solicitud de interpretación de créditos LEED proceso formal del Consejo de la Construcción Ecológica de los Estados Unidos (USGBC) en el que el equipo de proyecto que tiene dificultades en la aplicación de un requisito o crédito LEED puede buscar y recibir aclaraciones, emitidas como una resolución de la interpretación de créditos. Por lo general, las dificultades se presentan cuando las guías de referencia LEED no abordan directamente asuntos específicos o cuando surge un conflicto entre los requisitos de los créditos.

Sustancia contaminante sustancia introducida en el medio ambiente que afecta en forma adversa la utilidad de un recurso o la salud de los seres humanos, animales o ecosistemas. (EPA) Entre los contaminantes del aire figuran las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), mercurio (Hg), partículas pequeñas (PM2.5) y partículas grandes (PM10).

Sustentabilidad ambiental mantenimiento a largo plazo de los componentes y las funciones del ecosistema para generaciones futuras. (EPA, Agencia de Protección Ambiental)

Sustentabilidad capacidad de algo para cumplir las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. (Comisión Brundtland)

Tasa de desvío porcentaje de desperdicios desviados de los métodos de eliminación tradicional para ser reciclados, convertidos en abono o reutilizados.

Tasa de ventilación cantidad de aire circulado a través de un espacio, medida en los cambios de aire por hora (la cantidad de aire de infiltración en metros cúbicos por minuto dividido entre el volumen de una habitación). Las tasas adecuadas de ventilación, según se prescribe en ASHRAE estándar 62, garantizan el suministro suficiente de aire según la cantidad de ocupantes con el fin de evitar la acumulación de dióxido de carbono y otros contaminantes en el ambiente.

Temperatura ambiental temperatura del aire circundante o de algún otro medio. (EPA, Agencia de Protección Ambiental)

Terreno abandonado (brownfield) terreno utilizado o desarrollado previamente que puede estar contaminado con residuos peligrosos o polución. Una vez corregido el daño ambiental, es posible volver a utilizar la tierra. La reurbanización de los terrenos abandonados (brownfields) ofrece una oportunidad significativa para restaurar la tierra urbana degradada a la vez que se promueve el desarrollo infill y se reduce la dispersión urbana.

Terreno virgen sitio que nunca fue desarrollado para nada excepto para usos agrícolas.

Tierras agrícolas vírgenes tierra con suelo adecuado para el cultivo no desarrollada anteriormente. El evitar el desarrollo de las tierras agrícolas vírgenes ayuda a proteger las tierras agropecuarias necesarias para la producción de alimentos.

Torre de enfriamiento estructura que utiliza agua para absorber el calor de los sistemas de aire acondicionado y para regular la temperatura del aire en una instalación..

Transformación del mercado mejoras sistemáticas en el desempeño de un mercado o segmento del mercado.

Unidad térmica británica (Btu) cantidad de calor requerido para elevar la temperatura de una libra de agua líquida de 60° a 61° Fahrenheit. Esta medida estándar de energía se utiliza para describir el contenido de energía de los combustibles y comparar el uso de energía.

Valor mínimo reportado de eficiencia (Minimum Efficiency Reporting Value, MERV) clasificación que indica la eficiencia de los filtros de aire en el sistema mecánico. Los valores MERV varían de 1 (eficiencia muy baja) a 16 (muy alta).

Vegetación de humedales plantas que requieren suelos saturados para sobrevivir o pueden tolerar condiciones prolongadas de suelo húmedo.

Vehículo con combustible alternativo vehículo que utiliza combustibles de baja contaminación sin gasolina, como electricidad, hidrógeno, propano o gas natural comprimido, gas natural líquido, metanol y etanol.

Xeriscaping método de jardinería que hace innecesario el riego sistemático mediante plantas adaptables a la sequía y con baja necesidad de agua, como también a través de modificaciones del suelo, como compost y mullidos para reducir la evaporación.