

Construyendo nuestro futuro:

Guía de prácticas para
un entorno construido
sostenible.

Título original:

Building Our Future: A Guide to Sustainable Practices for the Built Environment.

Construyendo nuestro futuro: Guía de prácticas para un entorno construido sostenible.

© 2024, COHERENTIA ZERO CARBON

Editado por Gallo E., Daniela; Baeza Z., Alejandro; Olvera A., Rafael

Publicado por COHERENTIA ZERO CARBON, S.A.P.I. de C.V.

Traducido al español por Gallo E., Daniela.

Primera edición

ISBN No: 978-607-69787-1-9

Esta publicación puede reproducirse total o parcialmente, en cualquier formato, con fines educativos o no lucrativos sin autorización previa, siempre que se cite la fuente. COHERENTIA ZERO CARBON agradece recibir una copia de cualquier publicación que haga referencia a esta guía.

Queda prohibida la reproducción de esta publicación para su reventa o cualquier otro fin comercial sin el consentimiento previo por escrito de COHERENTIA ZERO CARBON. Las solicitudes de autorización, incluida una declaración detallando el propósito y el alcance de la reproducción, pueden dirigirse a info@coherentia.com.mx.

Exención de responsabilidad

Este documento puede mencionar empresas o productos comerciales, pero tales menciones no constituyen un respaldo por parte de COHERENTIA ZERO CARBON o de los autores. La información contenida en este documento no puede utilizarse con fines publicitarios. Los nombres y símbolos de marcas comerciales se utilizan editorialmente sin intención de infringir las leyes sobre marcas comerciales o derechos de autor.

Las opiniones expresadas en esta publicación pertenecen a los autores y no reflejan necesariamente las opiniones de COHERENTIA ZERO CARBON. Aunque se ha hecho todo lo posible por comprobar la exactitud y calidad de la información facilitada en esta publicación, ni los autores ni COHERENTIA ZERO CARBON aceptan responsabilidad alguna por el uso posterior de esta información, por los errores u omisiones que pueda contener o por los malentendidos que puedan derivarse de ella. Pedimos disculpas por cualquier error u omisión involuntaria.

Imagen del interior de la portada: El edificio de “The Kendeda Building for Innovative Sustainable Design” fotografiado por Jonathan Hillyer. La imagen original se adaptó cromáticamente para la portada de este libro electrónico. Puede encontrar la imagen original en: <https://www.hillyerphoto.com/PROJECTS/KENDEDALIVINGBUILDING/7>

El resto de imágenes del interior del libro electrónico son de Freepik (www.freepik.com), a menos que se especifique otra fuente.

Cita sugerida:

COHERENTIA ZERO CARBON. (2024). Construyendo nuestro futuro: Guía de prácticas para un entorno construido sostenible (D. M. Gallo Enamorado, Trad.) (primera ed.). D. M. Gallo Enamorado, A. Baeza Zamora, & R. Olvera Arévalo (Eds.).

Este libro electrónico puede descargarse en www.coherentia.com.mx.

Contenido

Agradecimientos	5
Sobre COHERENTIA ZERO CARBON	6
Nosotros	6
Prefacio - El reto: El papel crucial de la construcción ante el cambio climático.	8
La urgencia: Somos testigos de las devastadoras consecuencias	8
La oportunidad: Transformar el entorno construido	9
Más allá de los edificios “verdes”: Un cambio sistémico	10
Parte 1: Fundamentos de la construcción sostenible	11
• Acerca de la sostenibilidad	11
1. El triple balance	11
2. Análisis del ciclo de vida	12
3. Carbono incorporado	12
4. La interconectividad de los sistemas	13
• Beneficios de los edificios sostenibles	13
Edificios sostenibles: Un triple beneficio para el medio ambiente, la economía y la sociedad	13
• Desafíos y oportunidades	15
Desafíos	15
1. Técnicos	15
2. Financieros	15
3. Mercado	15
Oportunidades	16
1. Soluciones innovadoras	16
2. Soluciones financieras	16
3. Desarrollo del mercado	17
Parte 2: Estrategias de diseño y construcción	18
• Planificación y desarrollo del emplazamiento	18
• Eficiencia energética	19
Principios de diseño pasivo	19
» Orientación adecuada	19
» Iluminación natural y diseño solar pasivo (ubicación correcta de las ventanas y elementos de sombreado)	19
» Ventilación	19
Sistemas de eficiencia energética	19
» Envolvente del edificio de alto rendimiento	19
» Ventilación, calefacción y aire acondicionado	20
» Iluminación eficiente o de bajo consumo	21
» Códigos de conservación de la energía	21
Zonas climáticas	22
Envolvente del edificio	23
Sistemas mecánicos de los edificios	23

Equipos especializados	24
Calentamiento de agua de servicio	25
Sistemas de alimentación eléctrica e iluminación	25
Requisitos adicionales de eficiencia	25
Rendimiento total del edificio	25
» Generación de energía renovable	25
» Almacenamiento de energía	25
» Energía asociada a la movilidad	26
• Conservación del agua	26
• Selección y gestión de materiales	26
• Calidad ambiental interior	27
Parte 3: Prácticas y tecnologías de la construcción	28
• Materiales y productos para edificios sostenibles	28
• Prefabricación y construcción modular	28
• Modelado de información de edificios (BIM)	28
• Gestión de residuos de la construcción	29
Parte 4: Certificaciones y normas de construcción sostenible	30
• Descripción general de las certificaciones más populares	30
LEED	30
EDGE	31
Passive House	32
BREEAM	33
Living Building Challenge	34
WELL	34
• Selección y aplicación de la certificación	35
• Beneficios de la certificación	35
Parte 5: Operación y mantenimiento	38
• Buenas prácticas de operación de los edificios sostenibles	38
Gestión de la energía	38
Auditorías energéticas	38
Retro-commissioning	39
• Mantenimiento para la sostenibilidad	39
Mantenimiento de los sistemas del edificio	40
Optimización de equipos	40
Enfoques proactivos	40
• Mejora continua y seguimiento del rendimiento	40
Monitoreo	41
Análisis de datos	41
Estrategias de mejora	41
Medición y verificación	41
Parte 6: Tendencias emergentes e innovación	43
• Avances en las tecnologías de la construcción	43
• El futuro de la edificación sostenible	45
Recursos adicionales	46
Bibliografía	47

Agradecimientos

Extendemos nuestro sincero agradecimiento a Juan Carlos Olvera Sanmiguel y Rafael Olvera Arévalo por su generosa contribución durante la campaña de crowdfunding de Coherentia entre febrero y abril de 2023. También queremos expresar nuestro agradecimiento especial a Natalia Vanesa Gallo Enamorado por su continuo y generoso apoyo, especialmente por patrocinar el diseño del logotipo, la identidad gráfica de COHERENTIA y la edición gráfica de esta guía. Sus valiosas contribuciones no solo hicieron posible la creación de esta Guía de Edificación Sostenible, sino que también garantizaron su accesibilidad para el público. Apreciamos profundamente su compromiso y esfuerzos colaborativos en la materialización de esta iniciativa. ¡Gracias por hacerlo posible juntos!

Sobre COHERENTIA ZERO CARBON

En COHERENTIA ZERO CARBON, S.A.P.I. de C.V., (COHERENTIA), somos una startup apasionada y comprometida con facilitar la transición hacia prácticas de construcción sostenibles. Fundada con el propósito de descarbonizar el sector de la construcción, conectamos soluciones verdes y no tóxicas a los proyectos de construcción, con el objetivo final de mejorar la salud pública y agilizar el proceso de adquisición de materiales de construcción sostenibles que cumplan con las normas internacionales.

Nosotros

Nuestro equipo cuenta con más de 10 años de experiencia en los campos de la edificación sostenible, el desarrollo tecnológico y sectores afines. Aprovechamos nuestra experiencia en ventas, desarrollo de negocio, gestión de proyectos y consultoría técnica para impulsar un cambio positivo en el sector. Conoce a los líderes cofundadores que dan forma a nuestra misión:



Daniela Gallo, CEO - Business & Sales

Dra. Ciudad, Territorio y Sustentabilidad, Máster en Gestión de Proyectos, Arquitecta, LEED AP BD+C

Experiencia: Cargos de Gerente de Desarrollo Comercial y Consultor Técnico de Edificación Sostenible



Rafael Olvera, Miembro del Consejo Asesor en Modelado Energético

Máster en Ingeniería Térmica, Ing. Mecánico, ASHRAE - BEMP, LEED AP BD+C

Experiencia: Cargos de Gerente de Modelado Energético de Edificios y Consultor Técnico de Edificación Sostenible y Eficiencia Energética.



Alejandro Baeza, Miembro del Consejo Asesor en "Commissioning" o Puesta en Marcha.

Máster en Ingeniería de Energía Sostenible, ASHRAE - CPMP, LEED AP O+M

Experiencia: Cargos de Gerente de Puesta en Marcha y Consultor Técnico de Edificación Sostenible y Eficiencia Energética.



Víctor Morales, CTO - Programmer and Developer

Máster en Ciencia Cognitiva y Lógica Computacional, Lic. en Diseño Gráfico

Experiencia: Cargos de Director Técnico de una empresa de desarrollo de hardware y software.



Natalia Gallo, COO - Digital Marketing

Máster en Gestión de Proyectos, Lic. en Mercadotecnia y Negocios Internacionales, con una especialización en Gestión de PyMEs

Experiencia: Cargos de Gerente de Proyectos Informáticos con + 20 proyectos IT, Gerente de Experiencia del Cliente, de Marca, y de Operaciones.

¡Únete a nosotros en nuestra misión de construir un futuro más sostenible!

Prefacio — El reto: El papel crucial de la construcción ante el cambio climático.

La realidad es que el sector de la construcción desempeña un papel decisivo en la crisis climática. Un cambio climático incontrolado podría costar a la economía mundial 178 billones de dólares en los próximos 50 años. Reducir el impacto ambiental de los proyectos de construcción es crucial, ya que son responsables del 39% de las emisiones mundiales de carbono: 28% por emisiones operativas y 11% por materiales y construcción, debido al uso de materiales intensivos en carbono y altos niveles de contaminantes. Además, las ciudades crecerán en todo el mundo 230 mil millones de metros cuadrados de aquí a 2060, lo que equivale a construir una ciudad de Nueva York cada mes hasta 2060, y generarán un total de 100 a 200 giga toneladas de carbono embebido en los materiales utilizados para construirlas.

Esto significa que el entorno construido contribuye de forma significativa al cambio climático antropogénico y, al mismo tiempo, encierra un inmenso potencial como poderosa solución. No podemos ignorar la compleja e innegable relación entre nuestros edificios e infraestructuras y las crecientes amenazas a las que se enfrentan como consecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos.

Construyendo nuestro futuro: Guía de prácticas para un entorno construido sostenible, te ofrece más de 10 años de nuestra experiencia, destilada en estrategias prácticas. Esta guía se apoya en marcos establecidos como LEED, EDGE, Passive House, BREEAM, Living Building Challenge y WELL, entre otros, junto con normas internacionales de eficiencia energética, para que puedas recorrer con confianza el camino hacia un entorno construido sostenible, en cada una de las fases del ciclo de tu edificio.

La urgencia: Somos testigos de las devastadoras consecuencias

Todos somos conscientes de las terribles consecuencias de las emisiones de carbono de origen antropogénico en el planeta. Olas de calor, inundaciones, sequías, tormentas e incendios forestales son cada vez más frecuentes e intensos, y afectan a familias, comunidades y economías de todo el mundo. Además de la amenaza a la biodiversidad, estos fenómenos provocan importantes pérdidas sociales y económicas.

Las consecuencias económicas se extienden por todo el mundo y abarcan desde:

- La pérdida de bienes y daños en las infraestructuras
- La interrupción de servicios esenciales, con costos de recuperación a largo plazo
- La reducción de la productividad de los



- trabajadores y posibles pérdidas de puestos de trabajo
- La alteración de los medios de subsistencia y de las empresas
- La reducción de la productividad agrícola y escasez de agua
- El cierre de empresas e interrupción de la cadena de suministro
- La sobrecarga de los sistemas sanitarios, con el consiguiente aumento de sus costos.
- Y mayores costos de los seguros para particulares y empresas

Industrias como la agricultura y el turismo son especialmente vulnerables, con la consecuente pérdida de puestos de trabajo y dificultades económicas para regiones enteras. Además, las consecuencias sociales son igualmente devastadoras, como:

- La pérdida de vidas humanas, desplazamiento de comunidades y migraciones
- La exacerbación de las desigualdades sociales existentes
- La alteración de las redes sociales y del tejido social comunitario
- Repercusiones en la salud mental por presenciar la destrucción, además del desplazamiento
- El aumento de los conflictos sociales
- Y la interrupción del acceso a la educación y la atención sanitaria

La oportunidad: Transformar el entorno construido



Aunque los retos son enormes, la buena noticia es que el entorno construido también es parte de la solución para un futuro más esperanzador. Al adoptar prácticas sostenibles, desbloquearemos una oportunidad de 43 billones de dólares para hacer crecer la economía mundial de aquí a 2070.

Los siguientes capítulos explorarán algunas de las soluciones que se centran en:

- **Ciudades compactas, de usos mixtos y caminables:** Densificar las ciudades con espacios verdes reduce la dependencia del automóvil y fomenta el transporte alternativo, además de fomentar el comercio.
- **Rehabilitación de edificios existentes:** La mejora de la eficiencia energética e hídrica de los edificios existentes, a menudo combinada con fuentes de energía renovables, reduce significativamente las emisiones.
- **Diseño y construcción sostenibles:** La implementación de prácticas de construcción sostenibles, como el diseño optimizado, los sistemas eficientes y la integración de energías renovables en los edificios nuevos, permite un ahorro sustancial de energía y la mitigación del cambio climático. Además de incluir la selección de materiales renovables y bajos en carbono.
- **Códigos de construcción obligatorios:** Establecer en todo el mundo normas mínimas de eficiencia energética e hídrica para los edificios, con calificaciones voluntarias para una eficiencia ejemplar y el rendimiento neto cero.
- **Normas y etiquetas de eficiencia para electrodomésticos:** Implantar normas mínimas obligatorias de eficiencia energética y etiquetas para electrodomésticos, equipos y lámparas, con normas voluntarias para modelos de alto rendimiento.

- **Incentivos económicos:** Fomentar las prácticas sostenibles mediante reducciones fiscales, tipos de interés más bajos para los préstamos, subvenciones y becas o apoyos económicos.

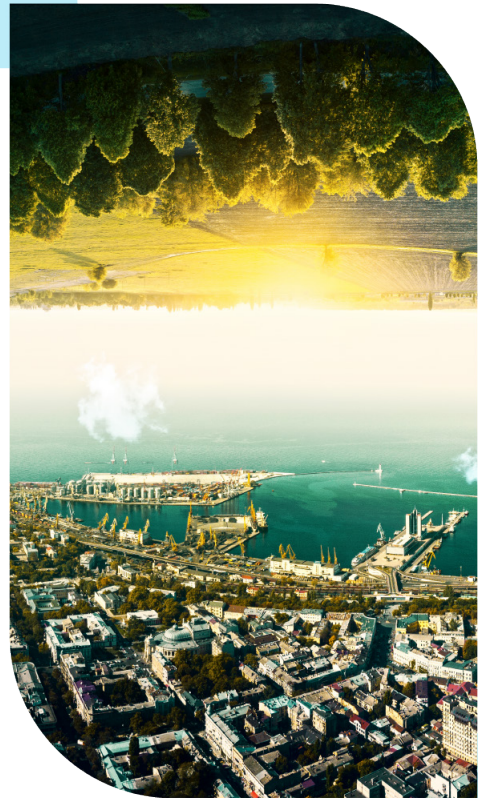
Más allá de los edificios “verdes”: Un cambio sistémico

Construir edificios “verdes” es crucial, pero insuficiente por sí solo. Necesitamos una transformación sistémica que abarque:

- **La extracción sostenible de recursos:** Cambiar la forma en que extraemos y procesamos los materiales para la construcción.
- **La producción de energía renovable:** Crear fuentes de energía más limpias y sostenibles.
- **Sistemas de transporte eficientes:** Desarrollar infraestructuras y modos de transporte menos intensivos en carbono.
- **La reducción de la deforestación:** Minimizar los cambios en el uso del suelo y proteger los ecosistemas forestales e hídricos críticos.
- **La reducción de las emisiones de metano:** Reducir las emisiones de la agricultura, la industria cárnica y el gas natural.

Este esfuerzo colectivo exige la colaboración de industrias, gobiernos y particulares. El sector de la construcción debe tomar la iniciativa, asumiendo estos retos y oportunidades con urgencia y ambición.

Trabajemos juntos para transformar el entorno construido en una fuerza positiva que mitigue el cambio climático y cree un futuro más sostenible para todos nosotros y las futuras generaciones.





Parte 1:

Fundamentos de la construcción sostenible

Las prácticas de construcción sostenible son una piedra angular fundamental en la búsqueda del desarrollo sostenible, ya que encarnan el compromiso de equilibrar las dimensiones económica, social y medioambiental de nuestro entorno construido. Los beneficios de los edificios sostenibles van más allá de la preservación del medio ambiente; abarcan la mejora del bienestar de los habitantes de estos espacios, la eficiencia de los recursos y las ventajas económicas a largo plazo.

Sin embargo, este noble empeño plantea retos que exigen una comprensión matizada de las complejidades interdisciplinarias. Es imperativo reconocer que la búsqueda de edificios y ciudades sostenibles exige esfuerzos intencionados desde el principio del proceso de diseño, donde convergen consideraciones económicas, sociales, medioambientales y técnicas. Una vez que se ha diseñado un edificio, la oportunidad de implementar prácticas sostenibles se vuelve limitada, lo que subraya la importancia crítica de la planificación integral y los enfoques colaborativos.

A medida que nos adentramos en los fundamentos del entorno construido sostenible, se hace evidente que el logro de una verdadera sostenibilidad requiere previsión, innovación y un compromiso colectivo para fomentar paisajes urbanos resilientes y coherentes.

Acerca de la sostenibilidad

En la exploración de prácticas sostenibles dentro del entorno construido, examinaremos conceptos fundamentales clave. Principios fundamentales como el triple balance, el análisis del ciclo de vida, el carbono incorporado y la interconexión de los sistemas guiarán la toma de decisiones responsable.

1. El triple balance:

El triple balance es un marco para medir el éxito de una empresa o proyecto, teniendo en cuenta tres pilares:

- **Las personas:**
 - Equidad social y resiliencia: Garantizar que los edificios sean accesibles, inclusivos y adaptables a retos futuros como el cambio climático.
 - Salud humana y bienestar de las partes, incluyendo a los empleados, comunidades y ocupantes del espacio: Crear entornos interiores saludables y confortables con buena calidad del aire, iluminación, confort térmico y acceso a la naturaleza.
- **Planeta:** Aquí se evalúan temas de impacto medioambiental, uso de recursos y contribución a la mitigación y adaptación al cambio climático. Reducir el impacto

negativo sobre los recursos y ecosistemas mediante la eficiencia energética, la conservación del agua y la minimización de residuos.

- **Rentabilidad:** Viabilidad económica, rendimiento financiero y aumento del valor a largo plazo para los accionistas.

El triple balance anima a las empresas a pensar más allá de los resultados financieros y a tener en cuenta sus responsabilidades sociales y medioambientales. Los edificios ecológicos se esfuerzan por optimizar los tres aspectos, creando espacios sostenibles y habitables al tiempo que mantienen la viabilidad económica.

2. Análisis del ciclo de vida

Los edificios sostenibles deben diseñarse teniendo en cuenta toda su vida útil. El análisis de ciclo de vida es una herramienta para evaluar el impacto ambiental de un producto, proceso o servicio a lo largo de todo su ciclo de vida, desde la extracción de recursos y la producción hasta su uso, fin de vida y eliminación. Tiene en cuenta todas las etapas, incluidas

- Extracción y procesamiento de materias primas
- Fabricación y transporte
- Construcción e instalación
- Funcionamiento y mantenimiento
- Demolición y eliminación de residuos

Al proporcionar una visión holística del impacto ambiental, el análisis de ciclo de vida ayuda a identificar los puntos conflictivos y las posibles áreas de mejora, lo que permite a diseñadores y constructores tomar decisiones informadas para lograr edificios más sostenibles.



3. Carbono incorporado

Se refiere a las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a los materiales y la construcción de un edificio, excluyendo las emisiones derivadas de su funcionamiento (uso de energía). Esto incluye:

- Emisiones procedentes de la extracción, transformación y transporte de materiales de construcción
- Emisiones derivadas de la fabricación e instalación de los componentes del edificio
- Emisiones procedentes de la demolición y eliminación de los materiales de construcción

Reducir el carbono incorporado es crucial para que los edificios sostenibles combatan el cambio climático y logren la sostenibilidad integral. Las estrategias para abordar el carbono incorporado incluyen el uso de materiales bajos en carbono, materiales de origen local y principios de economía circular en la construcción.

4. La interconectividad de los sistemas

Nuestro comportamiento dentro de un espacio se expande e influye en el edificio, la ciudad e incluso el ecosistema global. A través del diseño, podemos gestionar los comportamientos y su impacto. Al incorporar elementos sostenibles como sistemas de eficiencia energética, instalaciones que ahorran agua, ventilación natural y espacios verdes, los arquitectos y diseñadores pueden crear espacios que fomenten un comportamiento responsable y el ahorro de energía, faciliten la reducción de residuos, minimicen el impacto ambiental y creen entornos saludables.

Beneficios de los edificios sostenibles

Edificios sostenibles: Un triple beneficio para el medio ambiente, la economía y la sociedad

Los beneficios de los edificios sostenibles van mucho más allá de sus impresionantes credenciales ecológicas. Ofrecen un escenario en el que todos ganan para el medio ambiente, la economía y la sociedad, lo que repercute positivamente en todas las partes interesadas. Algunos de estos beneficios son:

Beneficios medioambientales:

- **Reducción del consumo de energía y de las emisiones de gases de efecto invernadero:** El diseño optimizado, los sistemas eficientes desde el punto de vista energético y la integración de energías renovables generan un importante ahorro de energía y contribuyen a mitigar el cambio climático.
- **Conservación y protección del agua:** Los accesorios de bajo caudal, la recogida de aguas pluviales y los sistemas de aguas grises minimizan el consumo de agua y la presión sobre los recursos de agua dulce.
- **Mejora de la calidad del aire y del agua:** La mejora de la ventilación, los sistemas de filtración y la elección responsable de materiales favorecen la limpieza de los ambientes interiores y exteriores.
- **Menor generación de residuos y contaminación:** Las estrategias de reducción de residuos de la construcción y la elección de materiales sostenibles disminuyen la carga medioambiental y promueven los principios de la economía circular.
- **Biodiversidad y conservación del hábitat:** Los tejados verdes, la pavimentación permeable y el paisajismo autóctono proporcionan un valioso hábitat para los polinizadores y otros animales salvajes, fomentando el equilibrio ecológico.

Beneficios económicos:

- **Reducción de los costos de operación:** Las medidas de eficiencia energética e hídrica se traducen en una reducción de las facturas de servicios públicos, lo que aumenta la rentabilidad del edificio y el ahorro financiero a largo plazo.
- **Aumento del valor de los activos:** Los edificios sostenibles suelen tener precios de alquiler y valores inmobiliarios más altos debido a su mayor salubridad, confort y eficiencia operativa. A menor costo operativo, su rentabilidad aumenta.
- **Creación de empleo y crecimiento económico:** El sector de los edificios sostenibles está creciendo rápidamente, creando nuevos puestos de trabajo en la construcción, el diseño, la tecnología y otros campos relacionados.

- **Innovación y avances tecnológicos:** La demanda de soluciones ecológicas impulsa la innovación en materiales, tecnologías y enfoques de diseño sostenibles, lo que beneficia a todo el sector.
- **Atracción y retención de talentos:** Los edificios sostenibles pueden atraer inquilinos y retener empleados que valoran las prácticas responsables con el medio ambiente y los espacios de trabajo saludables y productivos.



Beneficios sociales:

- **Mejora de la salud y el bienestar de los ocupantes:** La mejora de la calidad del aire interior, la iluminación natural, el confort térmico y el acceso a espacios verdes contribuyen al bienestar de los ocupantes, reduciendo las alergias, los problemas respiratorios y el estrés.
- **Mayor productividad y satisfacción:** Los entornos interiores confortables y saludables mejoran la productividad en el lugar de trabajo y la satisfacción de los empleados.
- **Resiliencia y adaptación de la comunidad:** Los principios de la construcción sostenible pueden mejorar la resiliencia de los edificios a los efectos del cambio climático, como los fenómenos meteorológicos extremos.
- **Equidad social e inclusión:** El diseño accesible, las opciones de vivienda asequible y los servicios comunitarios en los edificios verdes pueden promover la equidad social y la inclusividad.
- **Mejora de la calidad de vida:** Los edificios sostenibles contribuyen a un aire más limpio, barrios más tranquilos y comunidades más habitables para todos.

Teniendo en cuenta los beneficios medioambientales, económicos y sociales, está claro que los edificios ecológicos son una buena opción para el planeta y una inversión inteligente para los propietarios, los ocupantes y la sociedad.

La transición a los edificios sostenibles no consiste únicamente en proyectos individuales, sino en crear un futuro sostenible para todos. Al construir de forma más sostenible, podemos invertir en comunidades más sanas, en una economía próspera y en un planeta que pueda albergar a las generaciones futuras.

Desafíos y oportunidades

Aunque los edificios sostenibles ofrecen muchos beneficios, su implementación no está exenta de dificultades. Comprender estos obstáculos e identificar soluciones innovadoras es crucial para avanzar en las prácticas de edificación sostenible.

Desafíos:

1. Técnicos:

- **Mayores costos iniciales:** La construcción sostenible suele implicar materiales y tecnologías de alto rendimiento, lo que repercute inicialmente en los presupuestos de los proyectos.
- **Disponibilidad limitada de materiales y mano de obra cualificada:** Encontrar materiales sostenibles específicos y trabajadores formados en técnicas de edificación sostenible puede ser difícil en algunas regiones.
- **Complejidad del diseño y la integración:** La optimización de la eficiencia energética, la conservación del agua y la calidad del ambiente interior requiere una planificación y una integración de los sistemas.
- **Verificación y control del rendimiento:** Medir y verificar con precisión el rendimiento sostenible de un edificio puede ser complejo y requerir recursos.



2. Financieros:

- **Falta de incentivos financieros:** Aunque los ahorros a largo plazo son sustanciales, los costos iniciales pueden disuadir a inversionistas y promotores con incentivos adecuados, como los beneficios fiscales o mecanismos de financiación verde.
- **Incentivos divididos:** Cuando los propietarios y los ocupantes del edificio son entidades diferentes, los beneficios financieros y las motivaciones para implementar prácticas sostenibles pueden no estar alineados.
- **Acceso limitado a la financiación verde:** Las opciones de financiación tradicionales pueden no tener en cuenta el valor a largo plazo de los edificios sostenibles, lo que crea barreras a la financiación de proyectos.

3. Mercado:

- **Falta de conocimiento y demanda:** El conocimiento de los consumidores y del mercado sobre los beneficios de los edificios sostenibles aún está evolucionando, lo que repercute en la demanda de este tipo de inmuebles.
- **Resistencia al cambio:** Los profesionales tradicionales de la construcción pueden mostrarse reacios a adoptar nuevas tecnologías y prácticas, porque les implica hacer las cosas distintas a cómo lo hacen, o un esfuerzo por aprender algo diferente, lo que

crea inercia en la adopción por parte del mercado.

- **Datos de mercado y transparencia limitados:** La falta de datos fácilmente disponibles sobre el rendimiento real y la rentabilidad financiera de los edificios sostenibles dificulta la toma de decisiones informadas.

Oportunidades:

1. Soluciones innovadoras:

- **Construcción modular:** Los módulos prefabricados de edificios sostenibles pueden reducir los costos, el tiempo de construcción y el desperdicio de materiales. Podrían diseñarse para ofrecer durabilidad, flexibilidad, adaptabilidad y facilidad de mantenimiento y reparación, previniendo al mismo tiempo la deconstrucción y reciclabilidad del edificio.
- **Biomateriales y recursos renovables:** El uso de materiales de construcción rápidamente renovables y con bajas emisiones de carbono, como el bambú y las resinas de origen biológico, puede resolver los problemas de disponibilidad de algunos materiales.
- **Modelado de la información del edificio (BIM):** El uso de BIM para la optimización del diseño, el análisis energético y la colaboración puede mejorar la eficiencia del proyecto y los resultados de sostenibilidad.
- **Las 6 dimensiones de un edificio sostenible:** los tradicionales dibujos en 2D han evolucionado hasta convertirse en sofisticadas representaciones virtuales en 3D, que nos permiten evaluar cómo funcionará el edificio, en este caso, la eficacia del diseño medioambiental del edificio y sus impactos. El tiempo se considera la 4D. Los costos de las decisiones se consideran la 5D. El modelo 6D, por tanto, constituye la información del proyecto tal cual construido o los datos del proyecto post-construcción accesibles al propietario, facilitando la operación sostenible del edificio.
- **Contratos basados en el rendimiento:** Los acuerdos basados en ahorros energéticos garantizados o en mejoras de la salud de los ocupantes pueden mitigar los problemas de los costos iniciales y repartir los beneficios entre las partes interesadas.



2. Soluciones financieras:

- **Mecanismos de financiación ecológica:** Las iniciativas de los sectores público y privado que ofrecen préstamos “verdes”, exenciones fiscales y subvenciones pueden incentivar las inversiones en edificios sostenibles.
- **Análisis del coste del ciclo de vida:** Demostrar los beneficios financieros a largo plazo del ahorro de energía y agua puede atraer a inversionistas y promotores.
- **Bonos verdes y fondeo colectivo:** Los modelos de financiación innovadores pueden atraer capital de inversionistas comprometidos con el medio ambiente que buscan rendimientos sostenibles.

3. Desarrollo del mercado:

- **Campañas de educación y sensibilización:** Aumentar la comprensión pública de los beneficios de los edificios sostenibles puede impulsar la demanda del mercado de propiedades sostenibles.
- **Aplicación de códigos energéticos obligatorios en los edificios e incentivar el alto rendimiento.**
- **Certificaciones y normas de edificios sostenibles:** La implementación de certificaciones reconocidas puede diferenciar los edificios sostenibles, proporcionando confianza a inversionistas y ocupantes.
- **Transparencia de datos y evaluación comparativa:** La creación de bases de datos de fácil acceso sobre el rendimiento de los edificios sostenibles puede informar la toma de decisiones y mostrar sus beneficios tangibles.

Superar estos retos y adoptar soluciones innovadoras y oportunidades de desarrollo del mercado exige un esfuerzo de colaboración entre responsables políticos, inversionistas, promotores, arquitectos, ingenieros y consumidores. Si trabajamos juntos, podremos sortear los obstáculos y allanar el camino hacia un futuro en el que los edificios sostenibles sean la norma, no la excepción.

Recordemos que la transición a la edificación sostenible no se limita a edificios individuales, sino que pretende transformar todo el medio construido. Si afrontamos los retos y aprovechamos las oportunidades, podremos garantizar que nuestras ciudades y comunidades prosperen en un futuro sostenible.



Parte 2:

Estrategias de diseño y construcción

Un edificio sostenible emplea estrategias para, si no lograr la autonomía total, al menos esforzarse por reducir al máximo la energía que consume mediante un diseño y una envolvente de alta eficiencia energética, y para generar más energía de la que consume, con cero emisiones de carbono. Reduce su carbono incorporado mediante una elección consciente de los materiales. Se centra en minimizar el consumo de agua y la producción de residuos, promover la salud de sus ocupantes y reducir al mínimo la contaminación. La sostenibilidad también significa crear edificios duraderos que se adapten a las necesidades cambiantes y puedan desmontarse fácilmente cuando sea necesario.

Estas estrategias incluyen:

- **Planificación y desarrollo del emplazamiento:**

- **Selección de emplazamientos sostenibles:** Elegir emplazamientos con un impacto ambiental mínimo, dar prioridad a la reutilización de infraestructuras o edificios existentes y evitar ecosistemas sensibles, como zona de manglares o reservas biológicas, por ejemplo.
- Evitar espacios subterráneos no esenciales.
- **Reurbanización de terrenos abandonados:** Los edificios sostenibles resurgen de las cenizas de antiguas industrias, devolviendo nueva vida a lugares contaminados y abandonados y mostrando al mismo tiempo una construcción respetuosa con el medio ambiente.
- Diseñar para la durabilidad, la flexibilidad, la adaptabilidad y la facilidad de mantenimiento y reparación.
- Prever la deconstrucción y reciclabilidad del edificio.
- **Infraestructura verde:** Incorporar tejados verdes, pavimentos permeables y “bioswales” o pequeñas cuencas deprimidas para gestionar las aguas pluviales y mejorar la calidad del aire. La incorporación de techos verdes y áreas verdes reduce las islas de calor y proporciona aislamiento.
- **Diseño paisajístico para la resiliencia:** Utilizar plantas endémicas que requieran un mínimo de agua para crear hábitats naturales. Limite el uso de césped o reduzca al máximo posible la cantidad de césped tradicional que rodea el edificio, sustituyéndolo

por paisajismo tolerante a la sequía con plantas autóctonas. Esto tiene varios beneficios para el medio ambiente, como la conservación del agua, ya que se reduce una cantidad importante de agua para el riego, al igual que el uso de productos químicos que dañan el medio ambiente y contaminan las vías fluviales; la mejora de la biodiversidad, ya que la sustitución de parte o de todo el césped por plantas, arbustos y árboles endémicos puede aumentar la biodiversidad al proporcionar un hábitat para aves, polinizadores y otros insectos beneficiosos, y requerir menos mantenimiento que un césped tradicional; la mitigación de la isla de calor, ya que los espacios verdes pueden ayudar a enfriar el entorno y reducir el consumo de energía para refrigerar los edificios; y la mejora de la salud y el drenaje del suelo.

- **Ubicación optimizada:** Ubicación céntrica, con diversidad de usos y equipamientos sociales, reducción del estacionamiento de coches, prioridad al uso del transporte público, vehículos híbridos o eléctricos, así como accesibilidad universal, e infraestructuras de movilidad alternativa como las bicicletas.



• Eficiencia energética

Principios de diseño pasivo

Optimizar la orientación del edificio, la iluminación natural y la ventilación natural para minimizar la dependencia de los sistemas mecánicos que demandan energía eléctrica.

» Orientación adecuada

Aprovechar la trayectoria del sol y los vientos dominantes para maximizar la luz natural y la ventilación dentro del edificio.

» Iluminación natural y diseño solar pasivo (ubicación correcta de las ventanas y elementos de sombreado)

Diseño del edificio para maximizar la luz natural y la calefacción solar pasiva cuando se requiera. Unas ventanas estratégicamente situadas pueden proporcionar luz natural y ventilación, al tiempo que reducen la pérdida y la ganancia de calor. El uso de elementos de sombreado, como voladizos, persianas o pantallas, puede reducir la ganancia de calor solar en el edificio en climas cálidos.

» Ventilación

La ventilación natural puede utilizarse para hacer circular aire fresco por todo el edificio, reduciendo la necesidad de sistemas de ventilación mecánica.

Sistemas de eficiencia energética

El edificio debe diseñarse y construirse para reducir al mínimo su consumo de energía. Mejorar la envolvente del edificio y los sistemas mecánicos para reducir el consumo de energía. Un diseño optimizado, más sistemas energéticamente eficientes y la integración de energías renovables contribuyen a un importante ahorro energético, además de mitigar el cambio climático

» Envolvente del edificio de alto rendimiento

- **Diseño solar pasivo:** Aprovechamiento del sol para calentar o proteger del calor el edificio según su zona climática mediante una orientación, aislamiento y sombreado adecuados.

- **Aislamiento:** Un aislamiento adecuado ayuda a reducir la pérdida de calor en invierno y la ganancia de calor en verano, mejorando la eficiencia energética.
- **Techo de alta reflectancia:** Considere una alta reflectancia en el tejado para reducir las ganancias de calor y el efecto isla de calor. Los materiales para cubiertas frías suelen estar hechos de materiales reflectantes, como revestimientos blancos o de colores claros, tejas reflectantes o membranas para mejorar la reflectancia solar y reducir la absorción de calor. Por lo tanto, contribuyen a reducir las necesidades de energía de refrigeración y a mejorar la calidad del aire interior, especialmente en climas cálidos. Además, prolonga la vida útil de la cubierta al reducir el estrés térmico en ella.
- **Coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC, por sus siglas en inglés):** representa la fracción de radiación solar que entra en un edificio a través de una ventana u otro sistema de ventanaje. Un SHGC más bajo es deseable en climas cálidos para minimizar la cantidad de calor que entra en el edificio, mientras que un SHGC más alto puede ser preferible en climas más fríos para utilizar la ganancia de calor solar para una calefacción pasiva. Un SHGC bajo en el ventanaje puede reducir la ganancia de calor por radiación solar, aunque un SHGC bajo a veces significa poca visibilidad en la ventana, lo que puede solucionarse con una mejor tecnología de ventanas o elementos de sombreado. Se pueden utilizar distintos tipos de acristalamiento, revestimientos y dispositivos de sombreado para conseguir valores específicos de SHGC en función del rendimiento energético deseado y de las consideraciones climáticas. Algunas tecnologías avanzadas de acristalamiento ofrecen un control dinámico del SHGC, lo que permite ajustar la ganancia de calor solar en función de las condiciones en tiempo real. Las ventanas electrocrómicas o termocrómicas pueden cambiar dinámicamente su tinte para modular la transmisión del calor solar. También existen elementos de sombreado dinámicos para la protección de fachadas según la hora del día y orientación del sol.

» Ventilación, calefacción y aire acondicionado

- **Ventilación natural:** La ventilación natural puede utilizarse para hacer circular aire fresco por todo el edificio, reduciendo la necesidad de sistemas de ventilación mecánica.
- **Calefacción y refrigeración geotérmicas:** Aprovechamiento de la temperatura constante del suelo para calentar y enfriar el edificio, especialmente en edificios situados en zonas climáticas con necesidades de calor y frío en verano e invierno, respectivamente. Las bombas de calor geotérmicas o los pozos provenzales son algunas alternativas.
- **Ventilación con recuperación de calor:** Reciclaje del calor del aire expulsado para calentar el aire entrante, en zonas climáticas frías, o invierno.
- **Calefacción por suelo radiante:** Sistema de calefacción a baja temperatura que calienta el suelo, que a su vez calienta el espacio, en zonas climáticas frías, o invierno.
- **Bombas de calor geotérmicas:** Considere la posibilidad de calentar espacios utilizando bombas de calor en lugar de calefactores eléctricos o de gas. Utilizan la temperatura constante del suelo para calentar y enfriar el edificio.
- **Vigas frías:** Considere el uso de vigas frías, especialmente en zonas climáticas con baja humedad, para proporcionar refrigeración a mayor temperatura con un uso mínimo de energía para mover el aire. Los módulos refrigerantes utilizan principalmente la convección y la radiación para enfriar los espacios interiores. Se pueden utilizar las que dependen únicamente de la convección natural para enfriar, o las que incorporan componentes de ventilación para espacios de alta demanda. Los módulos refrigerantes tienen la capacidad de funcionar con temperaturas de agua refrigerada más elevadas y caudales de aire reducidos, lo que se traduce en

un menor consumo de energía para el proceso de refrigeración y la distribución del aire.

- Considere los sistemas HVAC con indicadores de alta eficiencia, como el coeficiente de rendimiento (COP, por sus siglas en inglés), el coeficiente de eficiencia energética estacional (SEER), el coeficiente de eficiencia energética (EER), el coeficiente de eficiencia energética integrado (IEER) o el valor de carga parcial integrado (IPLV). Los sistemas con valores altos de COP, SEER, EER, IEER e IPLV consumen menos energía para proporcionar la misma potencia de calefacción o refrigeración. Esto se traduce en un importante ahorro de energía a lo largo de la vida útil del sistema.
- **Sistemas de control:** Considerar sistemas de control para definir horarios de menor o mayor temperatura, y espacios desocupados u ocupados, entre otras estrategias de control.
- **Refrigeración accionada térmicamente:** Considere fuentes térmicas gratuitas o recuperadas, como la energía solar o los sistemas combinados de calor y electricidad (CHP, por sus siglas en inglés) para alimentar los sistemas HVAC accionados térmicamente.

» Iluminación eficiente o de bajo consumo

- **Iluminación natural:** El aprovechamiento de la luz natural mediante la disposición y el diseño estratégicos de las ventanas puede reducir significativamente la dependencia de la iluminación artificial.
- **Calidad mejorada:** La elevada relación lumen/vatio de las luminarias permite un menor consumo de energía y una menor generación de calor. Mayor vida útil de los sistemas de iluminación y reducción del impacto del ciclo de vida del edificio. Las bombillas LED son hoy en día las más utilizadas y eficientes, disponibles en varios tipos y colores.
- **Iluminación OLED (LED orgánico):** Tecnología en evolución que proporciona una calidad de luz y una eficiencia superiores, aunque con un coste inicial más elevado.
- **Mayor controlabilidad:** Muchas opciones de iluminación de bajo consumo, como los LED, pueden regularse o controlarse de forma inteligente, lo que reduce el consumo de energía.

» Códigos de conservación de la energía

El desarrollo de requerimientos de eficiencia energética adoptados a nivel nacional, o incluso por programas de certificación internacional como LEED, es una tarea que llevan a cabo organismos que engloban las distintas disciplinas implicadas en el proceso de diseño y construcción de edificios.

Dado que los requisitos varían en función de la ubicación, el mercado e incluso la tipología del edificio, es necesario disponer de una estructura clara de desglose de cada uno de ellos. Podemos echar un vistazo al Código Internacional de Conservación de la Energía (IECC, por sus siglas en inglés), que separa ampliamente en disposiciones comerciales y residenciales. Cada una se estructura por temas como:

- Administración y definiciones
- Zonas climáticas y requisitos generales sobre materiales
- Requisitos de eficiencia energética
- Edificios existentes
- Normas de referencia

El IECC 2021 representa un hito crucial en el esfuerzo mundial por mejorar la eficiencia energética en la construcción y el funcionamiento de los edificios. Publicado por el International Code Council (ICC) o Consejo Internacional del Código, este código

actualizado establece directrices y normas exhaustivas para el diseño y la construcción de edificios residenciales y comerciales energéticamente eficientes.

Este código incorpora los avances de la tecnología y la ciencia de la construcción para establecer requisitos más estrictos en materia de aislamiento, iluminación, calefacción, ventilación y sistemas de aire acondicionado. Al dar prioridad a las prácticas sostenibles y fomentar el uso de fuentes de energía renovables, el código pretende reducir el consumo de energía y minimizar el impacto ambiental.

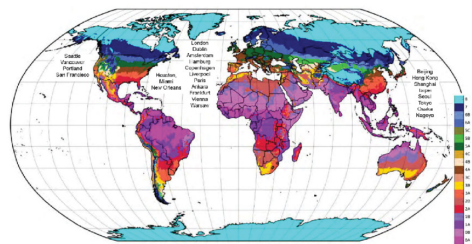


Es habitual que los códigos de Conservación de la Energía incluyan un apéndice en el que se enumeran los valores típicos de materiales y equipos estándar, así como metodologías más detalladas para demostrar el cumplimiento del código. Los organismos responsables de la actualización de estos códigos mantienen ciclos de revisión que les permiten seguir el ritmo de la necesidad cada vez mayor de maximizar la eficiencia junto con el desarrollo por parte de los fabricantes de soluciones comerciales fácilmente disponibles para cumplir los objetivos previstos.

Es importante señalar que la aplicación de estos códigos y su cumplimiento varía mucho en todo el mundo, algunos países llevan varios años adoptándolos y otros aún están en proceso de adecuarlos a sus necesidades y posibilidades específicas; sin embargo, los consumidores tienen la oportunidad de participar a través de programas de certificación opcionales o incluso simplemente reuniendo las especificaciones adecuadas a sus necesidades específicas e invertir en eficiencia energética, lo que a su vez les proporciona varios años de reducción de costos en sus facturas de energía.

Zonas climáticas

Una de las cosas más importantes que hay que hacer es identificar la zona climática y la zona húmeda de tu proyecto. Puedes utilizar la [Tabla C301.3](#), para clasificar la ubicación de tu proyecto en una de las ocho zonas climáticas en función de los grados-día de calefacción y refrigeración (HDD y CDD, por sus siglas en inglés), lo que determinará los requisitos de eficiencia energética aplicables a la envolvente del edificio y a los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado.



Las zonas climáticas son utilizadas por el IECC para establecer los requisitos mínimos de eficiencia energética para los edificios en diferentes lugares. Los edificios situados en climas más fríos tendrán requisitos de calefacción más estrictos, mientras que los situados en climas más cálidos tendrán requisitos de refrigeración más estrictos.

Las zonas climáticas son: Zona 0 - Extremadamente cálida, Zona 1 - Muy cálida, Zona 2 - Cálida, Zona 3 - Templada, Zona 4 - Mixta, Zona 5 - Fría, Zona 6 - Fría, Zona 7 - Muy fría, Zona 8 - Subártica/Ártica.

Las zonas húmedas son A para Húmedo, B para Seco y C para Marino. Puedes determinar la zona de humedad si dispones de los datos de temperatura y precipitaciones medias mensuales o anuales de la ubicación de tu proyecto.

Si echáramos un vistazo más a fondo al capítulo de requisitos de Eficiencia Energética, encontraríamos allí secciones para elementos como:

Envolvente del edificio

- **Método del valor R (Tabla C402.1.3):** Establece los valores R mínimos (resistencia térmica) para los componentes opacos del edificio, como paredes, tejados, suelos y otros componentes opacos del edificio. La selección de materiales con valores R suficientes garantiza un aislamiento adecuado para la zona climática elegida, minimizando la pérdida o ganancia de energía.
- **Método del factor U (Tabla C402.1.4):** Define los factores U máximos (tasa de transferencia de calor) para los conjuntos de edificios opacos. Al elegir materiales y métodos de construcción que cumplan estos factores U, se minimiza la transferencia de calor no deseada a través de paredes, techos y suelos.
- **Fenestración (Tabla C402.4):** Establece los factores U y los coeficientes de ganancia de calor solar (SHGC) máximos para ventanas y puertas. El equilibrio de estos valores garantiza la eficiencia energética al tiempo que permite la iluminación natural deseable.
- **Fugas de aire (Tabla C402.5.4):** Establece los índices máximos de fugas de aire para ventanas y puertas. Minimizar el flujo de aire incontrolado es crucial para la hermeticidad, la reducción de la pérdida de energía y la mejora del confort del edificio.

Sistemas mecánicos de los edificios

- **Acondicionadores de aire y unidades condensadoras unitarios accionados eléctricamente (Tabla C403.3.2(1)):** Esta tabla establece los requisitos mínimos de eficiencia para los acondicionadores de aire autónomos y sus unidades condensadoras, medidos por su coeficiente de eficiencia energética estacional (SEER). La elección de unidades que superen estos mínimos puede reducir significativamente el consumo de energía de refrigeración.
- **Bombas de calor unitarias refrigeradas por aire y accionadas eléctricamente (Tabla C403.3.2(2)):** De forma similar a la tabla 1, esta tabla especifica el SEER y el factor de rendimiento estacional de calefacción (HSPF) mínimos para las bombas de calor, que ofrecen funciones tanto de calefacción como de refrigeración. Para maximizar el ahorro de energía en todas las estaciones, se deben tener en cuenta los índices de eficiencia más altos y características como compresores de velocidad variable y desrecalentadores.
- **Paquetes de refrigeración por agua (Tabla C403.3.2(3)):** Esta tabla se refiere a los sistemas centralizados de refrigeración por agua de mayor tamaño y establece unos requisitos mínimos de coeficiente de eficiencia energética (EER). Considere tecnologías avanzadas como variadores de velocidad, refrigeración en dos etapas y economizadores integrados para obtener una eficiencia superior, especialmente en edificios grandes.

- **Sistemas terminales empaquetados (Tabla C403.3.2(4)):** Esta tabla cubre varias unidades empaquetadas, como acondicionadores de aire y climatizadores verticales, y especifica los valores mínimos de SEER o HSPF en función del tipo y la capacidad. Busque unidades que superen los mínimos y características como ventiladores de velocidad variable y controles modulantes para el confort y la eficiencia de cada zona.
- **Hornos y calderas de aire caliente (Tablas C403.3.2(5) & (6)):** Estas tablas especifican la Eficiencia Anual de Utilización del Combustible (AFUE) mínima para hornos y calderas de gas y gasóleo, respectivamente. Un mayor AFUE se traduce en un menor consumo de combustible. Considere características avanzadas como hornos de condensación y quemadores modulantes para aumentar significativamente la eficiencia
- **Equipos de rechazo de calor (Tabla C403.3.2(7)):** Esta tabla aborda las torres de refrigeración y los enfriadores evaporativos, estableciendo unos requisitos mínimos de EER o ratio de energía total (TER). Seleccione equipos que superen los mínimos y explore opciones como los variadores de velocidad y el funcionamiento en dos etapas para obtener un rendimiento óptimo del sistema refrigerado por agua.
- **Sistemas de flujo refrigerante variable (Tablas C403.3.2(8) & (9)):** Estas tablas cubren los VRF, un sistema de climatización versátil que utiliza refrigerante tanto para calefacción como para refrigeración. Se especifican los valores mínimos de SEER, coeficiente de rendimiento energético integrado (IEPR) y COP (coeficiente de rendimiento). Explore los compresores de velocidad variable, la tecnología inverter y el control multizona para maximizar la eficiencia y la flexibilidad.

Equipos especializados

[Tablas C403.3.2\(10-16\)](#) abordan tipos de equipos específicos con parámetros de eficiencia individuales:

- **Acondicionadores de aire para salas de ordenadores (tabla 10):** La relación mínima de calor sensible (SHR) garantiza una deshumidificación adecuada.
- **Deshumidificadores para piscinas cubiertas (tabla 11):** COP mínimo para una eliminación eficaz de la humedad.
- **Unidades DX-DOAS (sistema de aire exterior dedicado de expansión directa) (tablas 12 y 13):** EER mínimo con y sin recuperación de energía para sistemas de aire exterior dedicados.
- **Bombas de calor alimentadas por agua (tabla 14):** COP mínimo para una transferencia de calor eficiente en sistemas hidrónicos.
- **Paquetes de bomba de calor y enfriadora con recuperación de calor (tabla 15):** EER, COP y valor de carga parcial integrado (IPLV) mínimos para sistemas combinados.
- **Acondicionadores de aire para salas de ordenadores montados en el techo (cuadro 16):** Relación mínima de calor sensible (SHR) para refrigeración específica en centros de datos.

Calentamiento de agua de servicio

[Tabla C404.2](#) establece las normas mínimas de rendimiento de los calentadores de agua, incluidos los modelos de gas, eléctricos y con bomba de calor, y orienta su selección para una producción eficiente de agua caliente.

Sistemas de alimentación eléctrica e iluminación

- **Iluminación interior** ([Tabla C405.3.2\(1\)](#)): Establece las densidades de potencia de iluminación máximas permitidas para varios tipos de edificios en función de la superficie, fomentando el diseño eficiente de la iluminación y la selección de equipos.
- **Iluminación exterior** ([Tablas C405.5.2\(1-3\)](#)): Define las zonas de iluminación y las correspondientes potencias permitidas para las luminarias exteriores, fomentando un diseño responsable de la iluminación exterior al tiempo que se tienen en cuenta la seguridad y la estética.

Requisitos adicionales de eficiencia

Para lograr una eficiencia energética adicional, la [sección R408 del IECC 2021](#) establece opciones adicionales de paquetes de eficiencia que se pueden seguir para mejorar el rendimiento de la envolvente, tener un rendimiento más eficiente de los equipos HVAC, reducir el uso de energía en los sistemas de calentamiento de agua de servicio, tener un sistema de distribución térmica de conductos más eficiente, mejorar el sellado del aire y tener un sistema de ventilación más eficiente.

Rendimiento total del edificio

De acuerdo con la [sección R405 del IECC 2021](#), un análisis del rendimiento total del edificio que incluya la calefacción, la refrigeración, la ventilación mecánica y el calentamiento del agua de servicio, la iluminación, los receptáculos y las cargas de proceso ayuda a evaluar y realizar un seguimiento exhaustivo del consumo de energía de todo el edificio, teniendo en cuenta las interacciones entre los diferentes sistemas del edificio y su impacto combinado en el uso de la energía. Esto permite una predicción más precisa del rendimiento energético real del edificio, ofrece mayor flexibilidad a los diseñadores para explorar diversas combinaciones de sistemas y tecnologías para alcanzar los objetivos de rendimiento energético deseados, y da una oportunidad para la innovación y la optimización potenciales mirando más allá de los sistemas individuales con un enfoque holístico.

» Generación de energía renovable

Una vez que el edificio ha optimizado el consumo de energía, mediante estrategias pasivas, y dispone de sistemas de eficiencia energética, el edificio ha reducido su demanda energética, el edificio debe generar su energía utilizando fuentes renovables como la solar, la eólica o la geotérmica. Instalación de sistemas de energía renovable in situ, como sistemas fotovoltaicos, turbinas eólicas o sistemas combinados de calor y electricidad. Los paneles fotovoltaicos (PV, por sus siglas en inglés) han aumentado recientemente su eficiencia y reducido su coste, lo que hace que los proyectos PV sean más asequibles que en el pasado.

» Almacenamiento de energía

El edificio debe disponer de un sistema para almacenar el exceso de energía generado durante el día para su uso en periodos de alta demanda. La energía almacenada puede ser térmica o eléctrica.

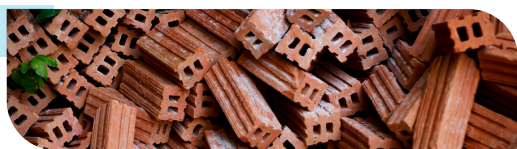
» Energía asociada a la movilidad

Ubicación céntrica del edificio, diversidad de usos y equipamientos sociales alrededor del mismo, aparcamiento reducido, prioridad para el uso del transporte público, vehículos híbridos o eléctricos, así como accesibilidad universal, infraestructuras para la movilidad alternativa como las bicicletas.



• Conservación del agua:

- **Gestión del agua:** La aplicación de estrategias como la captación de aguas pluviales, el reciclaje de aguas grises y los accesorios de bajo caudal puede reducir el consumo de agua del edificio y el impacto ambiental asociado:
- **Accesorios de bajo caudal:** Utilizar inodoros, grifos y duchas de bajo consumo de agua, así como urinarios sin agua. Los requisitos en materia de inodoros, grifos y duchas de bajo caudal varían según las distintas normas de edificios sostenibles. Por lo tanto, sugerimos los siguientes consumos máximos de agua: inodoros (de descarga única o doble) 4,8 L por descarga (lpf); urinarios 1,9 lpf; grifos de lavabo de cierre automático con contador público 1 L por ciclo de medición; grifo de lavabo residencial 2 L por minuto (lpm); cabezales de ducha 6 lpm, lavavajillas residencial 10 L por ciclo, lavadora residencial 35 L por ciclo.
- **Captación de agua de lluvia:** Captar y utilizar el agua de lluvia para el riego, el lavado o las cisternas de los inodoros.
- **Tratamiento de aguas residuales:** Considerar sistemas de aguas grises para usos no potables, reciclar el agua poco utilizada, como la escorrentía de la ducha o el lavabo, para usos no potables, como el riego, reduciendo la presión sobre los recursos de agua dulce.
- Permeabilidad del suelo para la recuperación de aguas subterráneas
- En caso necesario, considerar todas las tecnologías de ahorro de agua disponibles para las torres de refrigeración, como la filtración del agua de reposición, el tratamiento del agua, la reducción y recuperación de la purga, el diseño de torres de refrigeración que ahorren agua, como las de contraflujo y las híbridas, las cubiertas flotantes para el almacenamiento del agua a fin de reducir la evaporación del agua y la contaminación, los sistemas de recuperación de agua, como la recuperación de condensados o la recogida de agua de lluvia, ventiladores controlados por variadores de frecuencia (VFD), sistemas inteligentes de supervisión y control que utilicen sensores y monitorización en tiempo real, y prácticas de mantenimiento de limpieza periódicas para evitar la acumulación de incrustaciones, residuos y crecimiento biológico, manteniendo una eficiencia óptima del intercambio de calor y reduciendo la necesidad de una purga excesiva.



• Selección y gestión de materiales:

El uso de materiales de construcción sostenibles y de bajo impacto puede reducir la huella ambiental del edificio y mejorar la calidad del aire interior. El edificio debe utilizar materiales con una baja huella de carbono, como madera procedente de talas sostenibles o materiales reciclados.

- **Contenido reciclado, materiales de origen sostenible, de base biológica:** Prioriza

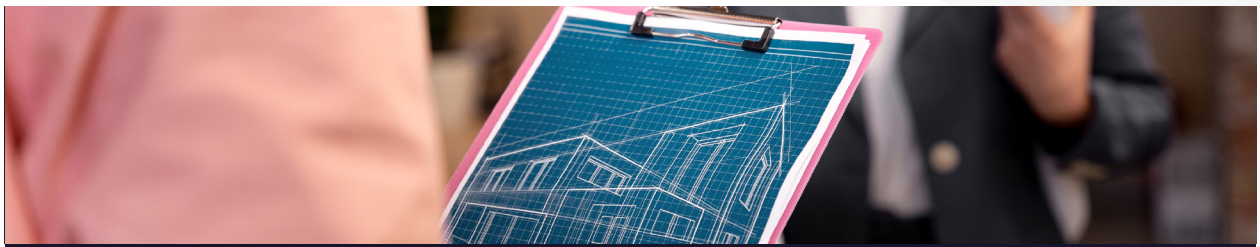
el contenido reciclado, los materiales de bajas emisiones y los productos con certificaciones como FSC del Forest Stewardship Council para la certificación de la gestión forestal, o Cradle to Cradle.

- **Materiales locales:** Reduce las emisiones del transporte y apoya las economías locales abasteciéndose de materiales cercanos.
- **Estrategias de reducción de residuos:** El edificio debe minimizar los residuos, reutilizando y reciclando materiales. Implementa planes de gestión de residuos para minimizar la generación de residuos y maximizar el reciclaje



• Calidad ambiental interior:

- **Ventilación y control de la calidad del aire:** Garantizar una ventilación adecuada, controlar los contaminantes y proporcionar acceso al aire fresco.
 - Elige productos de limpieza y reacondicionamiento con baja emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV).
 - Si es necesario, considera filtros de aire de alto rendimiento acordes con los contaminantes exteriores (PM10, PM2,5, Ozono)
- **Confort térmico:** Mantener temperaturas y niveles de humedad confortables mediante ventilación natural y sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado energéticamente eficientes.
- **Diseño de la iluminación:** Diseñar para una iluminación natural óptima y utilizar iluminación artificial de alta calidad y eficiencia energética que minimice el deslumbramiento y el parpadeo.
- **Consideraciones acústicas:** dar prioridad al diseño acústico para el bienestar de los ocupantes, con el objetivo de controlar la contaminación acústica, mejorar la claridad del habla y crear entornos sonoros confortables.



Parte 3:

Prácticas y tecnologías de la construcción

- **Materiales y productos para edificios sostenibles:**

Identificar alternativas sostenibles, certificaciones y prácticas de abastecimiento de materiales responsables. Los materiales y productos para edificios sostenibles necesitan certificaciones o especificaciones que garanticen sus beneficios para el medio ambiente y la salud, como contenido reciclado, bajas emisiones, abastecimiento sostenible y certificaciones como FSC, Cradle to Cradle o Declare, todo ello cumpliendo las normas de rendimiento y seguridad.

- **Prefabricación y construcción modular:**

Beneficios, retos y consideraciones para los métodos de construcción fuera del emplazamiento: ofrecen rapidez, reducción de residuos, control de calidad y potencial para materiales con bajas emisiones de carbono, pero requieren planificación previa, transporte eficiente e integración con elementos in situ. Incluso puede reducir los costos de demolición, y al mismo tiempo reciclar los diferentes elementos de un edificio para utilizarlo en otro.

- **Modelado de información de edificios (BIM):**

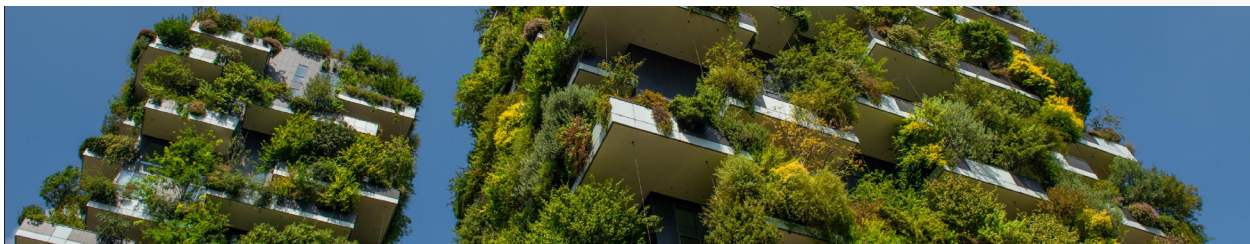
El uso de BIM para la optimización del diseño, el análisis energético y la colaboración puede mejorar la eficiencia del proyecto y los resultados de sostenibilidad. También para el seguimiento de la sostenibilidad. El modelado de información de edificios (BIM) es un proceso digital para crear y gestionar todo el ciclo de vida de un edificio, desde el diseño y la construcción hasta el funcionamiento y el mantenimiento. Imagine un modelo 3D que no es sólo una imagen bonita, sino que almacena información detallada sobre cada elemento del edificio, como materiales, rendimiento y programas de mantenimiento.

Piense en él como en un “cerebro” para su edificio, que permite a distintos profesionales, como arquitectos, ingenieros y contratistas, colaborar, optimizar el diseño, analizar el rendimiento energético e incluso simular fases de construcción, todo dentro del mismo modelo. Esto se traduce en:

- **Mejora de la coordinación y reducción de errores:** Todas las partes trabajan a partir de la misma fuente de verdad, lo que minimiza la falta de comunicación y los errores costosos.
- **Mayor optimización del diseño:** BIM permite probar diferentes escenarios y materiales virtualmente, lo que conduce a edificios más eficientes y sostenibles.
- **Construcción racionalizada y reducción de residuos:** La prefabricación y la gestión eficiente de los recursos resultan más sencillas gracias a la información precisa del

modelo.

- **Mejor rendimiento y mantenimiento del edificio:** Los datos detallados sobre sistemas y materiales ayudan a optimizar las operaciones y predecir las necesidades de mantenimiento.
- **Gestión de residuos de la construcción:**
Minimiza los materiales sobrantes y residuos de la construcción mediante una planificación cuidadosa, clasificando los flujos de residuos como hormigón, metal y madera (segregación), maximizando el reciclado cuando sea posible y eliminando de forma responsable los residuos restantes para evitar los vertederos y la contaminación.



Parte 4:

Certificaciones y normas de construcción sostenible

- **Descripción general de las certificaciones más populares:**

Algunas de las certificaciones internacionales de construcción sostenible más conocidas son LEED, EDGE, Passivhaus o Passive House, BREEAM, Living Building Challenge y WELL.

Cada certificación tiene sus puntos fuertes y débiles. EDGE es una buena opción para los proyectos que buscan una certificación de coste moderado centrada en la eficiencia de los recursos. Aunque LEED, BREEAM y LBC pueden tener unos costos iniciales más elevados debido a su complejidad, los beneficios potenciales en términos de ahorro de costos, impacto ambiental y compromiso de las partes interesadas hacen que a menudo merezcan la pena a largo plazo. Passivhaus es una gran opción para proyectos residenciales que buscan alcanzar niveles muy altos de eficiencia energética. WELL es una certificación única que se centra en la salud y el bienestar humanos, por lo que es una buena opción para proyectos que crean entornos interiores saludables y confortables.

Comprender su enfoque y sus ventajas puede ayudarte a decidir cuál es la mejor para tu proyecto concreto:



LEED

Fuente: usgbc.org

LEED, o Leadership in Energy and Environmental Design (Liderazgo en Energía y Diseño Medioambiental), es un sistema de calificación de la construcción sostenible ampliamente reconocido que se centra en diversos aspectos de la sostenibilidad.

Este programa de certificación cuenta con diferentes sistemas de calificación:

- **Diseño y Construcción de Edificios (BD+C):** Para nuevas construcciones o reformas importantes. Puede tratarse de todo el proyecto del edificio, incluidos los interiores como “Nueva Construcción”, o sólo el “Núcleo y la envolvente” para desarrollos especulativos, y también incluye aplicaciones para Escuelas, Comercio Minorista, Hostelería, Centros de Datos, Almacenes y Centros de Distribución y Hospitales.

- **Diseño interior y construcción (ID+C):** Para proyectos completos de equipamiento interior. Incluye interiores comerciales y aplicaciones para comercio minorista y hostelería.
- **Operación y mantenimiento de edificios (O+M):** Para edificios existentes en los que se están realizando obras de mejora o poca o ninguna construcción. Incluye edificios existentes e implementación para escuelas, comercios, hostelería, centros de datos y almacenes y centros de distribución.
- **Desarrollo de barrios (ND):** Para nuevos proyectos de desarrollo del suelo o proyectos de reurbanización que contengan usos residenciales, no residenciales o una mezcla de ambos. Los proyectos pueden encontrarse en cualquier fase del proceso de desarrollo, desde la planificación conceptual hasta la construcción. Incluye el Plan y el Proyecto Construido.
- **Viviendas:** Para viviendas unifamiliares, multifamiliares de baja altura (de uno a tres pisos) o multifamiliares de altura media (cuatro o más). Incluye viviendas, edificios plurifamiliares de baja altura y edificios plurifamiliares de media altura. Las viviendas y edificios residenciales de más de cuatro plantas también pueden utilizar LEED BD+C.
- **Ciudades:** Para ciudades enteras y subsecciones de una ciudad. Los proyectos LEED para Ciudades pueden medir y gestionar el consumo de agua, el uso de la energía, los residuos, el transporte y la experiencia humana de su ciudad.

LEED ha evolucionado desde su versión piloto en 1998, la versión actual de LEED es v4.1 fue lanzada en 2019. LEED v5 está en versión Beta para edificios existentes. Además, LEED ofrece diferentes niveles de calificación:

- **Certificado:** Cumple los umbrales básicos de rendimiento.
- **Plata:** Alcanza niveles superiores de sostenibilidad.
- **Oro:** Supera expectativas de rendimiento aún más estrictas.
- **Platino:** Representa el nivel más alto de construcción sostenible según LEED.

Las principales categorías LEED son: proceso integrador, ubicación y transporte, emplazamientos sostenibles, eficiencia hídrica, energía y atmósfera, materiales y recursos, calidad ambiental interior, innovación y prioridad regional.



Desarrollado por el Corporación Financiera Internacional o IFC por sus siglas en inglés, Excelencia en el diseño para una mayor eficiencia, o EDGE por sus siglas en inglés, se centra en la eficiencia de los recursos y es muy adecuado para mercados emergentes como LATAM.

Además, EDGE ofrece diferentes niveles de calificación:

- La certificación EDGE propiamente dicha se centra en lograr al menos un 20% de ahorro en energía, agua y carbono incorporado en comparación con una línea de base local

- **EDGE Advanced o avanzado:**
 - Requiere al menos un 40% de ahorro de energía in situ en comparación con la línea de base.
 - Ideal para proyectos que buscan una mayor eficiencia energética sin un aumento significativo de los costos.
 - Reconocido como “Zero Carbon Ready” si se combina con energía renovable in situ o compensaciones de carbono.
- **EDGE Zero Carbon o Carbono Cero:** Representa el nivel más alto de reducción de la huella de carbono dentro del marco EDGE. Su objetivo es conseguir cero emisiones netas de carbono mediante una combinación de:
 - Al menos un 40% de ahorro de energía in situ, como en EDGE Advanced.
 - El resto de las necesidades energéticas se cubren con fuentes de energía renovables in situ.
 - Compensación de las emisiones restantes mediante créditos de carbono certificados.



Passive House

Fuente: passivehouse.com

Las primeras viviendas Passivhaus se construyeron en 1990. El Passivhaus-Institut se fundó en 1996.

El Passivhaus-Institut tiene tres estándares: Passive House, EnerPHit para la rehabilitación de edificios y PHI Low Energy Building standard.

Los dos primeros garantizan:

- confortables y saludables durante todo el año
- un nivel extremadamente alto de eficiencia energética (como requisito previo para un funcionamiento rentable y la protección del clima)
- un alto nivel de satisfacción de los usuarios

EnerPHit: la primera fase de rehabilitación se ha llevado a cabo con un ahorro energético mínimo del 20 %.

PHI Edificio de Bajo Consumo Energético: una norma alternativa para edificios que no cumplen completamente los objetivos de eficiencia energética y confort.

Passive House y EnerPHit tienen niveles de certificación clásicos, plus y premium.

Normalmente, las 5 medidas siguientes rigen una Passive House. Los cinco principios clave son:

- **Ventanas para casas pasivas:** En climas templados y fríos, el triple acristalamiento y el aislamiento de los marcos de las ventanas garantizan la ganancia de calor en invierno. En climas más cálidos, el doble acristalamiento suele ser suficiente.
- **Aislamiento térmico:** Un edificio bien aislado mantiene el calor dentro en invierno y fuera en verano.
- **Estrategia de ventilación adecuada:** Los edificios de casas pasivas reciben aire

fresco de forma constante a través del sistema de ventilación. El intercambiador de calor garantiza que el aire se suministre a las habitaciones a una temperatura cercana a la ambiente sin necesidad de calefacción adicional: el frío y el calor se quedan fuera.

- **hermeticidad:** Un edificio Passive House tiene un revestimiento exterior hermético continuo. Esto protege la estructura del edificio, evita pérdidas de energía y mejora el confort.
- **Diseño sin puentes térmicos:** Los edificios Passive House se proyectan sin puentes térmicos, especialmente en climas templados y fríos. Esto garantiza unos costos de calefacción aún más bajos y evita daños en el edificio.

La baja demanda energética de los edificios puede abastecerse fácilmente con energía renovable. Cuanto menor es la demanda de Energía primaria renovable o PER, menor es el esfuerzo y el espacio necesarios para que la energía solar o la eólica abastezcan al edificio. De este modo, el suministro total renovable puede realizarse de forma rentable y respetuosa con el medio ambiente.



BREEAM

Fuente: bregroup.com

The Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM), fue publicado por primera vez en 1990 por el Building Research Establishment (BRE), en Reino Unido.

La norma BREEAM también tiene diferentes clasificaciones:

- BREEAM Nueva Construcción, para edificios no residenciales en el Reino Unido,
- BREEAM Internacional Nueva Construcción, para edificios residenciales y no residenciales, que tiene en cuenta las circunstancias de países de todo el mundo, excepto Reino Unido y otros países con un sistema BREEAM nacional.
- BREEAM In-Use, para edificios existentes,
- BREEAM Refurbishment & Fit Out, para proyectos de rehabilitación de edificios residenciales y no residenciales.
- BREEAM Comunidades, para la planificación de nuevas comunidades y proyectos de regeneración.
- BREEAM Infrastructure, anteriormente CEEQUAL, que se inició en la Institución de Ingenieros Civiles del Reino Unido y fue adquirida por BRE en 2015.

Las calificaciones BREEAM van desde Aceptable (solo en el esquema de uso) a Aprobado, Bueno, Muy Bueno, Excelente y Sobresaliente, y se refleja en una serie de estrellas en el certificado BREEAM, que van de 1 a 5 estrellas.

Las categorías de evaluación BREEAM son gestión, agua, energía, transporte, salud y bienestar, recursos, resiliencia, uso del suelo y ecología, contaminación, materiales, residuos e innovación.



INTERNATIONAL
LIVING FUTURE
INSTITUTESM

Living Building Challenge

Fuente: living-future.org

El International Living Future Institute creó en 2006 el programa internacional de certificación de edificios sostenibles denominado Living Building Challenge (LBC), una rigurosa norma de rendimiento que amplía los límites de los edificios verdaderamente regenerativos. Establece el mayor nivel de exigencia para los edificios sostenibles, con el objetivo de crear edificios que tengan un impacto positivo neto en el medio ambiente y la comunidad. Los edificios deben funcionar durante un año y demostrar que cumplen todos los requisitos antes de obtener la certificación.

Los principios básicos del LBC son los “siete pétalos” que superan los códigos y normas típicos. Cada pétalo tiene sus imperativos. Los siete pétalos son:

- **Lugar:** Respeta la ecología y la biodiversidad.
- **Agua:** Uso neto cero de agua mediante su conservación y reutilización.
- **Energía:** Uso neto cero de energía mediante generación renovable.
- **Salud y felicidad:** mejora del origen de los problemas de salud, como la calidad del aire interior, el confort térmico, el confort visual y la integración de la naturaleza para aumentar la calidad de la salud humana y la productividad.
- **Materiales:** Materiales que apoyen la salud y el bienestar humanos, reduciendo al mismo tiempo el impacto medioambiental y social adverso.
- **Equidad:** Justicia social y económica a lo largo del ciclo de vida del proyecto.
- **Belleza:** Inspirar a los ocupantes y a las comunidades a través de la excelencia en el diseño.



WELL

Fuente: www.wellcertified.com

La norma WELL es un sistema basado en el rendimiento para medir, certificar y supervisar las características del entorno construido que repercuten en la salud y el bienestar humanos. Va más allá de las normas tradicionales de construcción sostenible al centrarse únicamente en la salud, el confort y la productividad de los ocupantes de los edificios.

WELL considera diez conceptos: Aire, Agua, Nutrición, Luz, Movimiento, Confort Térmico, Sonido, Mente, Comunidad y Materiales.

Ofrece cuatro niveles de certificación: WELL Certified o certificado para conceptos individuales, Silver o plata para los proyectos que cumplen los requisitos básicos fundamentales, Gold u oro para los que superan los requisitos mínimos y Platinum o platino para los proyectos que alcanzan objetivos ambiciosos.

Selección y aplicación de la certificación:

En última instancia, la mejor certificación para tu proyecto dependerá de sus objetivos y prioridades específicos. Así que deberás tener en cuenta varios factores y prioridades para tus proyectos, como por ejemplo:

- **Tipo de proyecto:** ¿El proyecto es de nueva construcción o se trata de un edificio existente? Además, las distintas certificaciones pueden ser más adecuadas para determinados tipos de edificios (residenciales, comerciales, escuelas, hospitales, hoteles...).
- **Preferencias del cliente y las partes interesadas:** Deberás tener en cuenta sus valores y prioridades en materia de sostenibilidad y bienestar.
- **Mercado del inmueble:** ¿a qué mercado pertenece? ¿Competirá con otros activos similares cercanos?
- **Disponibilidad de conocimientos y recursos:** Elige una certificación respaldada por profesionales y recursos locales.

En función de estos factores, deberás evaluar si las prioridades serán

- **Reducción del impacto ambiental:**
 - **LEED:** que es ampliamente reconocido, ofrece varios niveles (de Certificado a Platino). Tiene un buen equilibrio entre impacto ambiental y rentabilidad.
 - **EDGE:** Se centra en la rentabilidad al tiempo que reduce significativamente el impacto ambiental.
 - **Passivhaus:** Minimiza el consumo de energía gracias al aislamiento y la hermeticidad.
 - **BREEAM:** Similar a LEED en su alcance, con variaciones según la región.
 - **Living Building Challenge:** El más estricto, con el objetivo del impacto neto cero y la regeneración, adecuado para proyectos ambiciosos, protagonismo y liderazgo en el mercado.
- **Salud y bienestar de los ocupantes:**
 - **WELL:** se centra exclusivamente en la salud y el bienestar de los ocupantes y ofrece varios niveles de certificación.
 - **LEED, BREEAM:** Incluyen algunos aspectos relacionados con la calidad del aire interior y el confort.
 - **Living Building Challenge:** Considera materiales y prácticas para la salud de los ocupantes.
- **Presupuesto y viabilidad:** tendrás que evaluar los costos de cumplir los requisitos y navegar por el proceso de certificación.
 - **EDGE:** Diseñado para tener un menor costo de certificación y más fácil de conseguir.
 - **LEED:** Ofrece flexibilidad en función del presupuesto y la ambición.
 - **Passivhaus, BREEAM, Living Building Challenge:** Pudieran ser más costosos y complejos de conseguir; sin embargo, con muchos más beneficios tanto económicos, como socio-ambientales.
- **Ubicación y normativa:** Algunas certificaciones están ampliamente reconocidas en todo el mundo, con variaciones regionales; otras son menos comunes o están diseñadas para mercados diferentes.

Beneficios de la certificación:

Algunos de los principales beneficios de la certificación de la construcción sostenible son la mejora de la comerciabilidad, la confianza de los inversionistas y los beneficios económicos, el cumplimiento de la normativa y la verificación del rendimiento.

1. Mejora de la comerciabilidad:

- **Atrae a inquilinos y compradores:** Los edificios certificados pueden conseguir alquileres o precios de venta más altos debido al valor percibido y al ahorro potencial de costos para los ocupantes.
- **Destaca entre la competencia:** La certificación diferencia su edificio en un mercado saturado, atrayendo a inquilinos y compradores comprometidos por la sostenibilidad.
- **Oportunidades de marketing y branding:** Utiliza la certificación como herramienta de marketing para promocionar tu compromiso con la sostenibilidad y atraer a clientes comprometidos con el medio ambiente

2. Confianza de los inversionistas y beneficios económicos:

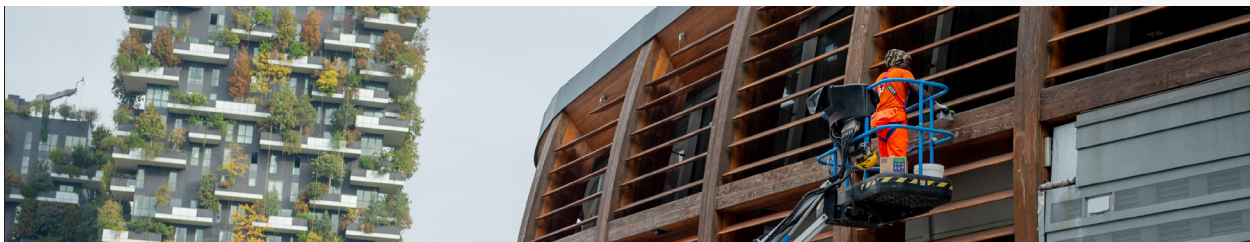
- **Reducción de riesgos:** La certificación demuestra un compromiso con la eficiencia energética, la conservación del agua y el uso responsable de los recursos, reduciendo los riesgos vinculados a estos recursos, como también a los costos de operación a largo plazo y mejorando el retorno de la inversión.
- **Atrae a inversionistas comprometidos con el medio ambiente:** La certificación atrae a inversionistas que buscan inversiones sostenibles alineadas con sus valores y que ofrecen mayores rendimientos.
- **Reducción de los costos de operación:** Las estrategias de eficiencia energética e hídrica ofrecen un importante ahorro de costos a lo largo del ciclo de vida del edificio.
- **Aumento del valor de la propiedad:** Los edificios certificados pueden tener una mayor valoración debido a la reducción de los costos futuros y a las posibles primas por alquiler.
- **Aumento de la productividad debido a la mejora de la salud y el bienestar de los ocupantes:** Muchas certificaciones abordan la calidad del aire interior, el confort térmico y otros factores que conducen a unos ocupantes más sanos y productivos.
- **Reportabilidad ESG:** La reportabilidad ambiental, social y de gobernanza (ASG) es cada vez más importante para las organizaciones, ya que engloba diversas prácticas relacionadas con la sostenibilidad y la conducta empresarial responsable. La certificación de construcción sostenible, como ya hemos comentado, desempeña un papel importante a la hora de demostrar y mejorar los resultados ASG de una organización. Los edificios sostenibles contribuyen a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, a conservar los recursos y a proteger el medio ambiente, mediante datos cuantificables, credibilidad y transparencia, mayor divulgación, evaluación comparativa y mejora, por lo tanto, obtienen un reporte de impacto medioambiental más positivo.

3. Cumplimiento de normativas:

- **Cumpla o supere los códigos de construcción:** Muchas certificaciones abordan las normativas actuales y previstas, lo que le ayuda a adelantarse a los acontecimientos y evitar futuros problemas de cumplimiento.
- **Evite sanciones:** Algunas ciudades y regiones ofrecen incentivos a los edificios certificados, mientras que los edificios que no cumplen la normativa pueden enfrentarse a sanciones.
- **Agilizar las autorizaciones:** La certificación puede agilizar los procesos de obtención de permisos gracias a la demostración del cumplimiento de normas medioambientales clave.

4.Verificación del rendimiento:

- **Evaluación independiente:** La certificación implica la verificación por terceros de los resultados de sostenibilidad de su edificio, lo que garantiza la objetividad y la credibilidad.
- **Seguimiento continuo:** Algunas certificaciones requieren un seguimiento continuo y la recopilación de datos, lo que le permite realizar un seguimiento del progreso e identificar áreas de mejora.
- **Evaluación comparativa y transparencia:** Los datos de certificación proporcionan puntos de referencia para comparar el rendimiento de su edificio con otros y demostrar transparencia a las partes interesadas



Parte 5:

Operación y mantenimiento

Buenas prácticas de operación de los edificios sostenibles:

Las mejores prácticas de operación de edificios sostenibles pueden clasificarse en: gestión de la energía, conservación del agua, reducción de residuos, control del ambiente interior y compromiso y participación de los ocupantes.

La gestión eficiente de la energía es una piedra angular de las operaciones de construcción sostenible. Las operaciones de los edificios representan una parte importante del consumo mundial de energía y contribuyen a las emisiones de gases de efecto invernadero y al cambio climático. Por eso, este capítulo profundiza en las estrategias para optimizar el rendimiento energético de los edificios sostenibles, centrándose en la poderosa combinación de las auditorías energéticas y la puesta en marcha posterior o retro-commissioning.

Mediante la realización periódica de auditorías energéticas, identificamos áreas de mejora en los sistemas y equipos de los edificios. A continuación, el retro-commissioning aplica medidas correctoras para garantizar que estos sistemas funcionen con la máxima eficiencia. Este enfoque combinado ofrece un importante ahorro de costos, un mayor confort de los ocupantes y una reducción de la huella ambiental.

Gestión de la energía

Los gestores de edificios deben ser conscientes de que la eficiencia energética de los edificios disminuye con el tiempo y, si no se analizan, estos incrementos de la eficiencia energética podrían estar asociados a otros factores, como los cambios meteorológicos o de ocupación. Sin embargo, la eficiencia energética de los edificios depende de varios factores, desde los procedimientos de mantenimiento hasta las secuencias de operación. Las auditorías energéticas y el retro-commissioning son procesos que proporcionan información valiosa sobre la eficiencia de los edificios.

Auditorías energéticas

Esta actividad puede ser realizada por la propia empresa o por terceros y consiste en el análisis e inspección de los sistemas del edificio, especialmente de aquellos que consumen la mayor parte de la energía. Los resultados de este proceso son un desglose energético (energía medida o estimada consumida por los diferentes sistemas y sectores energéticos), una referencia energética para comparar el rendimiento del edificio con edificios similares y medidas de conservación de la energía. Muchas auditorías

energéticas son exigidas por el código local y se basan en normas como:

- ASHRAE 211-2018
- UNE-EN 16247-1:2023
- ISO-50002:2014

Retro-commissioning

Esta actividad puede ser realizada por la propia empresa o por terceros y consiste en probar y ajustar los sistemas del edificio, especialmente los que consumen la mayor parte de la energía. Los resultados de este proceso son una secuencia de operación actualizada, ya que a veces los sistemas del edificio no se operan de acuerdo con la intención del diseño, información actualizada del sistema del edificio (como los planos as-built y los manuales de operación) y formación actualizada para los operadores del edificio. Normalmente, este proceso se basa en la norma ASHRAE 202-2018.

Aunque estos procesos se centran en la eficiencia energética, los resultados pueden ser beneficiosos para el agua y la calidad del aire interior, por ejemplo, un filtro sucio afecta tanto a la energía como a la calidad del aire interior, y un fallo de control en una torre de refrigeración afecta tanto a la energía como al agua.

Mantenimiento para la sostenibilidad

Aunque el diseño y la construcción de edificios comprometidos con el medio ambiente son cruciales, el mantenimiento continuo desempeña un papel vital para mantener la sostenibilidad medioambiental de un edificio. Al ir más allá de las reparaciones reactivas y adoptar un enfoque de mantenimiento proactivo, podemos optimizar los sistemas del edificio, maximizar la eficiencia de los recursos y minimizar el impacto ambiental.

Los beneficios del mantenimiento para la sostenibilidad son innegables, y conducen a:

- **Reducción de los costos de operación:** Al optimizar el rendimiento de los equipos y evitar reparaciones innecesarias, el mantenimiento proactivo ofrece un importante ahorro de costos. Por ejemplo, hay estudios que demuestran que el mantenimiento regular de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado puede ahorrar hasta un 30% en las facturas de energía.
- **Menor consumo de energía y agua:** El mantenimiento eficiente de los equipos evita el derroche de energía y las fugas, minimizando el consumo de recursos. La aplicación de medidas proactivas, como programas de detección y reparación de fugas, puede reducir drásticamente el derroche de agua.
- **Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero:** Al optimizar el uso de la energía y el agua, el mantenimiento contribuye directamente a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y a mitigar el cambio climático.
- **Mejora de la calidad del aire:** La limpieza periódica y el cambio de filtros garantizan una ventilación eficaz y eliminan los contaminantes nocivos, lo que se traduce en un aire interior más limpio y saludable para los ocupantes. Esto puede mejorar la salud, el bienestar e incluso la productividad.
- **Aumento del valor de los activos:** Los edificios bien mantenidos sufren menos desgaste, lo que prolonga su vida útil y aumenta su valor de mercado.
- **Mejora de la imagen corporativa:** Demostrar un compromiso con la sostenibilidad mediante un mantenimiento proactivo envía un mensaje positivo a las partes

interesadas y refuerza su imagen de marca.

Mantenimiento de los sistemas del edificio

- Las inspecciones periódicas y el mantenimiento preventivo de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, iluminación y otros sistemas del edificio garantizan un rendimiento óptimo y evitan el derroche de energía.
- El uso de tecnologías como los sistemas automatizados de gestión de edificios puede supervisar el estado de los equipos y proporcionar información en tiempo real para intervenir a tiempo.
- Implementa estrategias de mantenimiento predictivo que analicen los datos históricos y las lecturas de los sensores para anticiparse a los fallos de los equipos y programar las reparaciones antes de que interrumpan las operaciones.

Optimización de equipos

- Actualiza los equipos obsoletos con modelos energéticamente eficientes cuando sea necesario sustituirlos.
- Optimiza los ajustes y configuraciones de los equipos en función de los patrones de uso reales para reducir el consumo de energía.
- Considera la posibilidad de utilizar fuentes de energía renovables, como paneles solares o sistemas geotérmicos, para complementar el suministro eléctrico.

Enfoques proactivos

- Implementa programas de detección y reparación de fugas para minimizar el desperdicio de agua de los sistemas hidrosanitarios.
- Utiliza accesorios y electrodomésticos que ahorren agua para reducir el consumo de agua en todo el edificio.
- Desarrolla un plan integral de gestión de residuos que incluya el reciclaje, el compostaje y la eliminación responsable de materiales peligrosos.
- Invierte en productos y prácticas de limpieza ecológicos para minimizar el uso de sustancias químicas nocivas y proteger la calidad del aire interior y con ello la salud humana.

Mejora continua y seguimiento del rendimiento

Lograr la sostenibilidad a largo plazo de los edificios va más allá del diseño y la construcción iniciales. Requiere un compromiso dedicado a la mejora continua y al seguimiento del rendimiento. Esto implica un seguimiento activo de los parámetros clave, el análisis de los datos, la aplicación de estrategias de mejora y la medición de los avances a lo largo del tiempo. Adoptando este enfoque proactivo, podemos optimizar los sistemas del edificio, minimizar el impacto ambiental y garantizar que nuestros edificios sigan rindiendo al máximo durante toda su vida útil.

La mejora continua y el seguimiento del rendimiento no son sólo procesos técnicos; requieren un cambio cultural dentro de una organización. Fomentando la concienciación, la colaboración y el compromiso con el aprendizaje continuo entre todas las partes interesadas, podemos crear una operación del edificio verdaderamente sostenible. La comunicación periódica, los programas de formación y el reconocimiento de los

esfuerzos de mejora pueden fomentar aún más el compromiso y apoyar la búsqueda continua de objetivos de sostenibilidad.

Algunos elementos clave de la mejora continua y el seguimiento del rendimiento son:

Monitoreo

- **Consumo de energía y agua:** Monitoreo regular del consumo de energía y agua a través de medidores inteligentes y sistemas de gestión de edificios. Estos datos revelan patrones y ayudan a identificar áreas de mejora de la eficiencia.
- **Calidad ambiental interior:** Realiza un seguimiento de factores como la temperatura, la humedad, los niveles de CO2 y las concentraciones de contaminantes para garantizar un ambiente interior saludable y confortable para los ocupantes.
- **Generación de residuos:** Monitoreo de la generación y eliminación de residuos por tipo para entender su perfil de residuos e identificar oportunidades para la reducción de residuos y reciclaje.

Análisis de datos

- Analizar los datos recopilados para identificar tendencias, anomalías y áreas de mejora.
- Utiliza herramientas de visualización de datos para presentar la información con claridad y hacerla fácilmente comprensible para las partes interesadas.
- Compara el rendimiento del edificio con los estándares del sector y con edificios similares para identificar las áreas en las que puede mejorar.

Estrategias de mejora

Basándose en el análisis de datos, aplica estrategias de mejora específicas. Esto podría implicar:

- Actualizar los equipos con modelos energéticamente eficientes.
- Optimizar los ajustes y horarios del sistema en función de los patrones de ocupación.
- Implantar programas de cambio de comportamiento para fomentar un uso responsable de los recursos por parte de los ocupantes.
- Invertir en fuentes de energía renovables para complementar el suministro eléctrico.
- Solucionar las fugas e ineficiencias de los sistemas de agua.
- Adoptar prácticas sostenibles de gestión de residuos, como el compostaje y el reciclaje.

Medición y verificación

- Monitoreo continuo del impacto de sus estrategias de mejora para verificar su eficacia e identificar nuevas oportunidades de optimización.
- Utiliza protocolos de medición y verificación establecidos para cuantificar los beneficios medioambientales y económicos conseguidos con sus iniciativas.
- Comunica los resultados a las partes interesadas para demostrar el valor de la mejora continua y fomentar el compromiso permanente.



Parte 6:

Tendencias emergentes e innovación

Avances en las tecnologías de la construcción:

El sector de la construcción sostenible está en continua evolución, impulsado por la innovación y el imperativo de construir entornos más sostenibles. Algunas tendencias y tecnologías clave que configuran el futuro de la construcción sostenible son:

- **Materiales de construcción avanzados:**
 - **Vidrio inteligente:** Ajuste dinámico de la transparencia para reducir las necesidades de iluminación artificial y minimizar la ganancia de calor.
 - **Hormigón comprometido con el medio ambiente:** Formulaciones bajas en carbono que incorporan materiales reciclados o aglutinantes alternativos.
 - **Materiales de construcción biodegradables:** Materiales que contribuyen a una economía circular al descomponerse de forma natural.
 - **Materiales de base biológica:** Utilización de recursos renovables como el cáñamo, el bambú y el micelio para reducir el impacto ambiental.
 - **Captura y almacenamiento de carbono:** Materiales que absorben y almacenan CO₂ para mitigar la huella de carbono del edificio.
 - **Materiales autorreparables:** Hormigón y otros materiales diseñados para reparar por sí mismos pequeños los daños, reduciendo el mantenimiento y los residuos.
 - **Nanotecnología:** Permite fachadas autolimpiables y revestimientos energéticamente eficientes para mejorar el rendimiento y la sostenibilidad.
- **Sistemas de energías renovables:**
 - **Fotovoltaica integrada en edificios (BIPV, por sus siglas en inglés):** Integración perfecta de paneles solares en los elementos del edificio para generar energía limpia in situ.
 - **Ventanas solares:** Las células solares transparentes incrustadas en las ventanas captan la luz solar y la convierten en electricidad sin obstruir las vistas.
 - **Microrredes y redes inteligentes:** Permiten una gestión eficiente de la generación, el almacenamiento y el consumo de energía, optimizando el uso de energías renovables.
 - **Energía geotérmica:** Utiliza el calor de la Tierra para obtener calefacción y refrigeración fiables y limpias.
 - **Aerogeneradores:** Generan electricidad in situ para edificios con recursos eólicos adecuados.
- **Tecnologías para edificios inteligentes:**
 - **Sistemas de Gestión Energética de Edificios (BEMS, por sus siglas en inglés):** Optimizan el consumo de energía a través del Monitoreo y control en tiempo real de los sistemas del edificio.

- **Sensores del Internet de las Cosas (IoT):** Proporcionan datos continuos sobre el rendimiento del edificio para la toma de decisiones y la mejora basadas en datos.
- **Inteligencia Artificial (IA):** Analiza los datos para predecir las necesidades energéticas, optimizar las operaciones e identificar proactivamente posibles problemas.
- **Gemelos digitales:** Crea modelos virtuales de edificios para simular el rendimiento y probar soluciones antes de su implementación.
- **Estrategias de economía circular:**
 - **Deconstrucción y reutilización de edificios:** Da prioridad a la recuperación y reutilización de los materiales de los edificios existentes, minimizando los residuos.
 - **Certificación “de la cuna a la cuna”:** Garantiza que los productos y materiales puedan reciclarse al final de su ciclo de vida.
 - **Construcción modular y prefabricada:** Reduce los residuos y el tiempo de construcción mediante el uso de componentes prefabricados.
 - **Diseño para el desmontaje:** Permite desmontar y reutilizar fácilmente los materiales de construcción al final de su vida útil.
 - **Materiales reciclados y recuperados:** Utilizar materiales y componentes recuperados para reducir la dependencia de los recursos vírgenes.
 - **Sistemas de conversión de residuos en recursos:** Aplicación de compostaje, reutilización de aguas grises y otras estrategias para minimizar los residuos y maximizar la recuperación de recursos.
- Cubiertas verdes y jardines verticales mejorados con más capacidad y densidad en nuevas alturas:
 - **Cubiertas Verdes:** Los tejados vivos o techos verdes con vegetación proporcionan aislamiento, reducen los efectos de la isla de calor urbana y contribuyen a la biodiversidad.
 - **Jardines verticales:** Integre vegetación vertical en las fachadas de los edificios para mejorar la calidad del aire, la estética y el aislamiento térmico. No confundir con muros verdes, ya que estos no contribuyen con la biodiversidad.
- **Tecnologías eficientes en el uso del agua:**
 - **Sistemas de riego inteligentes:** Optimiza el uso del agua en exteriores mediante la integración de sensores y datos meteorológicos, minimizando el derroche de agua.
 - **Reciclaje de aguas grises:** Trata y reutiliza las aguas grises para fines como el riego de jardines, reduciendo la demanda de recursos de agua dulce.
- **Diseño biofílico o espacios inspirados en la naturaleza:** Integrar elementos y funciones naturales a través del diseño, la iluminación natural y la vegetación para mejorar el bienestar de los ocupantes, la productividad y la conexión con la naturaleza.
- **Edificios híbridos y de energía neta cero:**
 - **Sistemas híbridos:** Integrar múltiples fuentes de energía renovable, almacenamiento de energía y conectividad a la red para lograr un equilibrio energético eficiente.
 - **Edificios de energía neta cero:** El diseño y las tecnologías tienen como objetivo producir tanta energía como la que consumen a lo largo de un año, fomentando la independencia energética y la sostenibilidad.

El futuro de la edificación sostenible

A medida que nos acercamos al crucial año 2030, la carrera hacia la energía y las emisiones netas cero en los edificios sigue acelerándose. Están surgiendo nuevos recursos, como el apéndice del IECC y el Código Cero, que orientan a las partes interesadas hacia mandatos más estrictos tanto para las construcciones nuevas como para las existentes, con el fin de indicar los valores máximos de Intensidad de Utilización de la Energía (EUI, por sus siglas en inglés) para las diferentes tipologías de edificios en función de su zona climática.

El panorama está cambiando, impulsado por la innegable realidad del cambio climático. También el Código Cero, ahora vinculado al IECC 2021, enumera un valor máximo de obtención de energía renovable y hace referencia al cumplimiento de la norma ASHRAE 90.1-2019 para establecer un límite para compensar las ineficiencias energéticas con renovables.

Optar por adaptarse y mitigar su impacto mediante prácticas sostenibles ya no es sólo una opción, sino una necesidad. Afortunadamente, el camino a seguir está iluminado por marcos establecidos como LEED, EDGE, Passive House, BREEAM, Living Building Challenge y WELL. Estas normas internacionales ofrecen una hoja de ruta hacia un futuro en el que la edificación sostenible no sólo sea obligatoria, sino una opción próspera que aporte importantes beneficios económicos, sociales y medioambientales.

Es hora de adoptar un cambio de paradigma que dé prioridad no solo a la salud medioambiental, sino también a la prosperidad de nuestras comunidades y economías.

Recursos adicionales

A continuación ofrecemos una lista de algunos sitios web, organizaciones, publicaciones y herramientas relevantes para profundizar en el aprendizaje y compromiso con la edificación sostenible.

Eficiencia energética:

- 2021 International Energy Conservation Code: <https://codes.iccsafe.org/content/IECC2021P1>
- Zero Code: <https://www.zero-code.org/>
- Cooling Technologies Institute: <https://www.cti.org/>
- The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE): <https://www.ashrae.org/>
- Environmental Protection Agency (EPA): <https://www.energystar.gov/buildings>
- New Buildings Institute: <https://newbuildings.org/>

De las Organizaciones de Arquitectos:

- The American Institute of Architects (AIA) on Climate Action: <https://www.aia.org/design-excellence/climate-action>
- The Royal Institute of British Architects (RIBA) <https://www.architecture.com/>
- Architecture 2030: <https://www.architecture2030.org/>
- 2030 Palette: <http://www.2030palette.org/>

Transparencia de productos:

- The Health Product Declaration (HPD) Open Standard: <https://www.hpd-collaborative.org/>
- The Declare Label: <https://living-future.org/declare/>
- LBC Red List: <https://living-future.org/red-list/>
- Six Classes by the Green Science Policy Institute: <https://www.sixclasses.org/>
- Cradle to Cradle: <https://c2ccertified.org/>
- WaterSense Label: <https://www.epa.gov/watersense/watersense-label>
- U.S. Environmental Protection Agency: <https://www.epa.gov/>

Certificaciones de edificación sostenible:

- 2021 International Green Construction Code (IgCC): <https://codes.iccsafe.org/content/IGCC2021P2>
- Green Building Council: <https://www.usgbc.org/>
- EDGE: <https://edgebuildings.com/>
- Passive House Institute: <https://passivehouse.com/>
- BREEAM: <https://bregroup.com/products/breeam/>
- Living Building Challenge: <https://living-future.org/>
- International WELL Building Institute: <https://www.wellcertified.com/>

Algunas herramientas:

- EN-ROADS Simulator: <https://www.climateinteractive.org/en-roads/>
- Coastal Risk Screening Tool: <https://coastal.climatecentral.org/>
- Building Resilience Index: <https://www.resilienceindex.org/explore>

Bibliografía

Architecture 2030. (n.d.). 2030 Palette – A database of sustainable design strategies and resources. <http://www.2030palette.org/>

ASHRAE and ACCA. (2018). Standard for Commercial Building Energy Audits. ashrae.org. <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standards-180-and-211>

ASHRAE. (2018). ASHRAE 202-2018 Commissioning Process for Buildings and Systems (ANSI Approved; IES Co-sponsored). ASHRAE Store. https://www.techstreet.com/ashrae/standards/ashrae-202-2018?product_id=2025517

ASHRAE. (2022). Standard 90.1-2022—Energy Standard for Sites and Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. ashrae.org. <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-90-1>

BRE Group. (2023). BREEAM. <https://bregroup.com/products/breeam/>

Climate Interactive. (2023). En-ROADS. <https://www.climateinteractive.org/en-roads/>

Deloitte. (2022, June 20). The turning point. <https://www.deloitte.com/global/en/issues/climate/global-turning-point.html>

GlobalABC/IEA/UNEP (Global Alliance for Buildings and Construction, International Energy Agency, and the United Nations Environment Programme) (2020): GlobalABC Roadmap for Buildings and Construction: Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector, IEA, Paris. https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/Global%20Roadmap_FINAL.pdf

GlobalABC/IEA/UNEP (Global Alliance for Buildings and Construction, International Energy Agency, and the United Nations Environment Programme) (2022). 2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. Nairobi. Globalabc. https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2022%20Global%20Status%20Report%20for%20Buildings%20and%20Construction_3.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). Climate change 2022: Mitigation of climate change. IPCC. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>

International Code Council (ICC). (2021). 2021 International Energy Conservation Code (IECC). Digital Codes. <https://codes.iccsafe.org/content/IECC2021P2>

International Code Council (ICC). (2021). 2021 International Green Construction Code (IgCC). Digital Codes. <https://codes.iccsafe.org/content/IGCC2021P2>

International Finance Corporation. (2021, October 26). EDGE User Guide Version 3.0.a. EDGE Buildings. <https://edgebuildings.com/wp-content/uploads/2022/04/211026-EDGE-User-Guide-for-All-Building-Types-Version-3.0.A.pdf>

International Finance Corporation. (2024). APEX green cities. APEX Green Cities. <https://>

www.apexcities.com/#/

International Living Future Institute. (2019). Living Building Challenge 4.0. <https://living-future.org/lbc/>

International WELL Building Institute. (2023). The WELL Building Standard version 2. WELL Standard. <https://v2.wellcertified.com/en/wellv2/overview/>

ISO. (2019). ISO 50002:2014 Energy audits: Requirements with guidance for use. <https://www.iso.org/standard/60088.html>

Lengen, J. V. (2011). Manual del arquitecto descalzo.

New Buildings Institute (NBI). (2022, August 23). 2021 IECC national model energy code (Base codes). New Buildings Institute. https://newbuildings.org/code_policy/2021-iecc-national-model-energy-code-base-codes/

Passive House Institute. (2022, August). Building Certification Guide. Passivhaus Institut. https://passiv.de/downloads/03_building_certification_guide.pdf

Passive House Institute. (2023, January 20). Criteria for Buildings: Passive House - EnerPHit - PHI Low Energy Building. Passivhaus Institut. https://passiv.de/downloads/03_building_criteria_en.pdf

RIBA Enterprises. (2015). 101 rules of thumb for sustainable buildings and cities. RIBA Publishing.

U.S. Green Building Council. (2023, July). LEED v4.1 Building Design and Construction. USGBC. https://build.usgbc.org/bd+c_guide

U.S. Green Building Council. (2023, September 25). LEED v5 for operations and maintenance: Existing buildings draft. USGBC <https://www.usgbc.org/resources/leed-v5-operations-and-maintenance-existing-buildings-draft>

UNE. (2023). UNE-EN 16247-1:2023 Auditorías Energéticas. Parte 1: Requisitos Generales. Normalización Española. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=norma-une-en-16247-1-2023-n0071160>

United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). (2020). The new urban agenda illustrated handbook. UN-Habitat. https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/12/nua_handbook_14dec2020_2.pdf

Universidad de Azuay. (2020). 33+1 Claves para un nuevo modelo de vivienda colectiva sostenible en el Ecuador. <https://publicaciones.uazuay.edu.ec/index.php/ceuazuay/catalog/view/143/118/811>

La construcción sostenible no es sólo una tendencia, es una necesidad. Aunque los retos son enormes, la buena noticia es que el entorno construido también es la clave de un futuro mejor. Esta es la premisa de “Construyendo nuestro futuro: Guía de prácticas para un entorno construido sostenible.”, una guía de COHERENTIA ZERO CARBON dirigida a los profesionales de la industria de la construcción para que adopten prácticas sostenibles. Con más de 10 años de experiencia y conocimientos por parte de los autores, el libro ofrece estrategias prácticas y se basa en marcos internacionales establecidos como LEED, EDGE, Passive House, BREEAM, Living Building Challenge, WELL y otros.

La primera edición de esta guía constituye un valioso recurso para los profesionales del sector de la construcción que deseen comprender y aplicar prácticas sostenibles. Su lenguaje accesible, sus estrategias prácticas y su alineación con los marcos establecidos la convierten en una guía práctica tanto para principiantes como para profesionales experimentados.