



Intervenciones de luz y naturaleza para la sostenibilidad de inmuebles patrimoniales

Light and nature interventions for the sustainability of heritage buildings

Arriaga-López, Lilian

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

arqlili@hotmail.com | <https://orcid.org/0009-0004-2712-5396>

Recibido: 18/01/2026 Aceptado: 28/05/2026

RESUMEN | La sostenibilidad ha adquirido un papel central en la agenda global ante los crecientes niveles de contaminación que amenazan tanto a las personas como a los ecosistemas que sustentan nuestra vida cotidiana. En el ámbito de la construcción, este desafío ha impulsado el desarrollo de una arquitectura capaz de reducir el consumo energético mediante sistemas más eficientes, y de integrar vegetación para reducir la huella de carbono y mejorar las condiciones ambientales de los espacios habitados. Aunque suele asociarse a la arquitectura contemporánea, la sostenibilidad también puede incorporarse en los inmuebles patrimoniales sin comprometer su valor histórico. Este artículo examina dos estrategias fundamentales para lograrlo: el uso responsable de la energía eléctrica y la integración de áreas verdes como parte del diseño y mantenimiento de estos edificios. La energía deja de concebirse únicamente como una instalación técnica y se analiza como un recurso que, aplicado de forma eficiente, contribuye tanto al ahorro como al confort de los usuarios. De manera complementaria, la inclusión de vegetación se plantea como una herramienta eficaz para mejorar la calidad del aire, disminuir la contaminación urbana y favorecer el bienestar psicológico de quienes habitan o visitan estos espacios. La conservación del patrimonio no debe limitarse al tratamiento estético de las fachadas ni a cambios de uso que ignoren su esencia histórica. Integrar criterios sostenibles permite que estos inmuebles respondan a las necesidades actuales del planeta, al mismo tiempo que fortalece su relevancia cultural. En este sentido, la sostenibilidad se convierte en una vía para revalorizar el patrimonio, transformándolo en un ejemplo vigente de identidad, memoria y responsabilidad ambiental.

PALABRAS CLAVE | Consumo-energético, intervenciones, impacto-ambiental, sostenibilidad, vegetación.

ABSTRACT | Sustainability has taken center stage on the global agenda in the face of rising pollution levels that threaten both people and the ecosystems that support our daily lives. In the construction sector, this challenge has driven the development of architecture capable of reducing energy consumption through more efficient systems and integrating vegetation to lower the carbon footprint and improve the environmental conditions of inhabited spaces. Although often associated with contemporary architecture, sustainability can also be incorporated into heritage buildings without compromising their historical value. This article examines two fundamental strategies for achieving this: the responsible use of electricity and the integration of green spaces as part of the design and maintenance of these buildings. Energy is no longer conceived solely as a technical installation but is analyzed as a resource that, when applied efficiently, contributes to both savings and user comfort. Complementarily, the inclusion of vegetation is presented as an effective tool for improving air quality, reducing urban pollution, and promoting the psychological well-being of those who live in or visit these spaces. Heritage conservation should not be limited to the aesthetic treatment of facades or changes of use that ignore their historical essence. Integrating sustainable criteria allows these buildings to respond to the planet's current needs while strengthening their cultural relevance. In this sense, sustainability becomes a way to revalue heritage, transforming it into a living example of identity, memory, and environmental responsibility.

KEYWORDS | Energy-consumption, interventions, environmental-impact, sustainability, vegetation.

Introducción

El patrimonio arquitectónico constituye un campo de debate permanente debido al crecimiento urbano, la adaptación funcional de los inmuebles y los procesos de degradación asociados a presiones económicas y cambios en el uso del suelo. Sin embargo, la intervención en edificaciones históricas no debe interpretarse como una amenaza a su integridad, sino como una oportunidad para impulsar procesos de renovación e innovación basados en criterios de sostenibilidad (Jokilehto, 2017).

El patrimonio edificado es hoy un recurso social en constante resignificación. Como señala Marcos Arévalo, 2010, este se ha convertido en un bien cultural sujeto a los nuevos hábitos de consumo de la sociedad contemporánea, funcionando a la vez como un motor de desarrollo económico y un eje de identidad colectiva. En este escenario, la sostenibilidad adquiere un papel fundamental para asegurar su vigencia social y cultural.

La demanda global de entornos construidos más eficientes energéticamente incluye tanto a la arquitectura contemporánea como a los bienes patrimoniales. La incorporación de tecnologías de ahorro energético y la gestión estratégica de áreas verdes pueden integrarse sin comprometer la autenticidad histórica, generando beneficios ambientales, como la reducción del consumo energético y la creación de microclimas favorables. Estas acciones contribuyen, además, al bienestar de los usuarios y a la resiliencia urbana.

Según European Commission, 2020 las edificaciones representan aproximadamente el 40% del consumo energético y el 36% de las emisiones asociadas a su ciclo de vida, lo que evidencia la urgencia de implementar estrategias de eficiencia energética en el sector. Si bien estos datos se enmarcan en el contexto del Pacto Verde Europeo, su relevancia trasciende el ámbito regional, ya que reflejan una problemática global ampliamente documentada. En el caso de México, el sector de la edificación también presenta un alto consumo energético, lo que hace pertinente la adopción de criterios de sostenibilidad adaptados a sus condiciones climáticas, normativas y culturales.

En este sentido, la aplicación de estrategias de eficiencia energética en edificios patrimoniales mexicanos implica un reto adicional, al requerir la conciliación entre la mejora del desempeño ambiental y la conservación de sus valores históricos. De acuerdo con planteamientos teóricos según Riegl (1903/1987) y Brandi (1963/1996), toda intervención debe respetar la autenticidad e integridad del bien, por lo que las acciones orientadas a la sostenibilidad deben ser compatibles, reversibles y de mínima intervención, integrando soluciones tecnológicas sin comprometer su significado cultural.

En México, aunque existe una limitada regulación sobre arquitectura sostenible, diversas instituciones han comenzado a promover normativas que fomentan el aprovechamiento responsable de recursos naturales y materiales, como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Bajo este marco, surge la hipótesis de que la actualización de sistemas eléctricos (ventilación, iluminación, climatización, etc.) y la incorporación de áreas verdes en inmuebles patrimoniales podría generar espacios más saludables, reducir la huella de carbono y favorecer su revalorización.

Este artículo examina el potencial de los sistemas de iluminación eficiente y de la vegetación integrada respetuosamente al carácter arquitectónico, considerando tanto su impacto ambiental y económico como sus beneficios psicológicos en los usuarios (Boyce, 2014). La inclusión de tecnologías sostenibles en edificios patrimoniales replantea su ocupación, fortaleciendo su papel como depositarios de identidad, memoria y sentido de pertenencia.

Método

La investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto, que integra métodos cualitativo y cuantitativo para analizar variables claves relacionadas con la implementación de criterios de sostenibilidad en espacios patrimoniales. Este enfoque permitirá establecer parámetros de evaluación y alcanzar conclusiones fundamentadas sobre su pertinencia y beneficios en el contexto del patrimonio construido.

Se recopilarán y analizarán diversos estudios y aplicaciones previas, otorgando a la investigación un carácter documental y deductivo. A partir de este análisis, se valorará si la integración de estrategias sostenibles en inmuebles patrimoniales genera impactos positivos en términos ambientales, económicos y psicológicos, considerando la calidad de vida de los usuarios.

En primera instancia, se definirá el concepto de sostenibilidad y los criterios que lo componen, abarcando sus posibles aplicaciones y los resultados asociados a la reducción de la huella de carbono. El análisis se centrará especialmente en el ahorro energético mediante la optimización del consumo de energía eléctrica y la incorporación de elementos vegetales.

Posteriormente, se describirá un caso de aplicación de sostenibilidad en un inmueble patrimonial para valorar los resultados obtenidos en términos de conservación, dignidad histórica y compatibilidad con las necesidades actuales. Este proceso permitirá verificar la viabilidad de integrar prácticas sostenibles en la protección del patrimonio frente a la degradación ambiental.

Finalmente, se presentarán conclusiones dirigidas a arquitectos, especialistas en conservación y a la sociedad en general, destacando la importancia generacional de preservar y dignificar los inmuebles patrimoniales. Se enfatizará su valor histórico, estético y de confort, así como su potencial para contribuir a la mejora de las condiciones ambientales contemporáneas.

Desarrollo

La relación entre sostenibilidad y patrimonio arquitectónico se fundamenta en la necesidad de equilibrar la conservación del valor histórico de los inmuebles con las exigencias climáticas contemporáneas. La arquitectura sostenible no debe entenderse únicamente como un producto de la modernidad, sino como un conjunto de principios aplicables a cualquier tipología edificada siempre que se respeten criterios de autenticidad y conservación.

Este enfoque reconoce que los edificios históricos pueden adaptarse a nuevas demandas mediante estrategias que optimicen el uso de energía, mejoren el desempeño ambiental y fortalezcan el bienestar de los usuarios (Jokilehto, 2017).




La literatura especializada coincide en que una arquitectura sostenible se sustenta en el equilibrio entre las necesidades humanas y la capacidad del ecosistema para sostenerlas. En esta perspectiva, los edificios patrimoniales pueden convertirse en modelos de gestión ambiental cuando combinan sus cualidades pasivas tradicionales con tecnologías contemporáneas de bajo consumo (Garrido, 2017).

Elementos característicos de su configuración, como el espesor de muros o los patios interiores, facilitan la regulación térmica y la ventilación natural, permitiendo la reducción de la demanda energética necesaria para garantizar los parámetros de confort actuales. De esta forma podemos mencionar la lista completa de impactos de un entorno construido que ha sido recientemente catalogada en el marco LEVEL(s) de la Unión Europea, una metodología de aplicación voluntaria con el objetivo de preparar las futuras directivas de regulación de impacto de los edificios en el continente, ver Tabla 1.

Tabla 1

La sostenibilidad de un edificio en relación a su impacto sobre el medio ambiente y las personas.

Concepto	Descripción	Imagen
Uso de suelo	En términos climáticos, el ‘land use’ hace referencia a la utilización de la superficie de todos los terrenos urbanizados y baldíos, sobre la cual los edificios tienen un gran impacto por su transformación del paisaje, la utilización de recursos naturales y la emisión de contaminantes y residuos en su entorno.	
Biodiversidad	La biodiversidad se define como la interacción entre el ser humano, la fauna y la flora; el suelo, el agua, el aire, el clima y el paisaje y los bienes materiales y el patrimonio cultural. La conciliación entre la preservación futura de la biodiversidad con el progreso humano según criterios de sostenibilidad es imprescindible.	
Gestión de recursos hídricos	Se suele poner el foco en el uso de agua durante la vida útil de un edificio, olvidando su uso en la construcción y fabricación de materiales. El camino hacia una gestión del agua sostenible pasa por utilizar el agua, pero no agotarla, devolviéndola al entorno con la misma o mejor calidad de cuando se extrajo.	
Polución y residuos	La polución es una forma de contaminación a escala urbana originada por la liberación de sustancias nocivas en la que están involucrados la mayoría de edificios industriales que afectan al medio ambiente y la salud de la población. Además, uno de los impactos principales de un edificio a lo largo de su ciclo de vida es la generación de residuos en su demolición.	

Concepto	Descripción	Imagen
<p>Emisión de gases efecto invernadero</p>	<p>Las emisiones de gases de efecto invernadero de un edificio derivan mayoritariamente del ciclo de vida de sus materiales, la demanda energética y el transporte. Así, los distintos tipos de emisiones de carbono hacen referencia a distintas fases del ciclo de vida del edificio: carbono incorporado, carbono inicial y carbono operacional.</p>	
<p>Calidad del ambiente interior</p>	<p>La salud del ambiente interior de un edificio viene determinada por 4 factores: el aire, la temperatura, la humedad y el electro clima. Aplicando los conocimientos bioclimáticos disponibles a la construcción es posible crear un ambiente interior sano y agradable, siendo imprescindible la renovación continua de aire.</p>	
<p>Salud y bienestar</p>	<p>Cuando hablamos de arquitectura sostenible, no solo hacemos referencia a la salud del planeta, sino también a la de los usuarios. Los edificios tienen el poder de repercutir sobre la salud física y mental de sus ocupantes. La calidad del aire y del agua, la humedad, el polvo, el confort térmico, acústico y lumínico son algunos de los factores que influyen en el nivel de salud de las personas.</p>	

Nota. Adaptado de *Evaluación de la sostenibilidad en la edificación* por Vergés, R. 2002

Iluminación

La iluminación en los edificios no solo representa una necesidad de seguir desarrollando las diversas actividades que hoy en día se exigen, debido a las jornadas de trabajo o de entretenimiento cuando ya no se tienen la iluminación solar natural, sino que es sinónimo de seguridad y de confort tanto interior como exterior.

Dentro de un proyecto, la luz natural como la artificial produce virtualmente espacios, atmosferas completas y definidas que sugieren al espectador descubrir realidades y emociones que dan paso a verdaderas experiencias que involucren en mayor proporción a lo que el filósofo William James denominaría el “yo espiritual”; los pensamientos, ideas y sensaciones (Ruiz, 2013).

En la arquitectura el concepto de la iluminación adquiere un valor significativo esto quiere decir que forma parte relevante de la expresión tipológica de la arquitectura, resaltado los elementos arquitectónicos, decorativos y de confort que los usuarios perciben, es entonces que la iluminación natural o artificial se considera parte de la expresión arquitectónica.

Toda esta premisa de la luz como material esta detalladamente descrita por Silvio De Ponte, quien acierta determinando que “La más antigua y primordial herramienta de trabajo: es la luz” (Ruiz, 2013). De esta forma necesariamente impacta en el estado psicológico, social y cultural de los usuarios donde se puede determinar las funciones que se desarrollaran en estos espacios.

La iluminación natural o artificial nos permiten observar los espacios, la colorimetría, las texturas, las formas, los materiales, los adornos que enmarcan los elementos estructurales o simplemente decorativos. Esto adquiere un significado de gran valor en nuestros inmuebles patrimonio ya que se caracterizan según su época o estilo arquitectónico por el uso específico de la iluminación resaltando sus elementos que nos permiten valorar por qué son patrimonio aunado a que la percepción de la iluminación natural con la artificial es diferente.

El mismo inmueble, con diferente iluminación, nos permite observar elementos arquitectónicos que a simple vista no se perciben, o bien nos producen diferentes sensaciones, ya que entre la luz y la sombra se entrelaza el lenguaje de expresión única de estos inmuebles patrimonio, ver Figura 1.

Figura 1

Catedral de Puebla



Nota. Iluminación natural y artificial, un contraste de percepciones en el mismo inmueble.

Respecto a la iluminación artificial, la modernización de los sistemas eléctricos que a continuación se mencionan, constituye una de las estrategias más efectivas para disminuir la demanda energética de los edificios. La implementación de luminarias LED, complementadas con sensores de ocupación y sistemas de gestión automatizada, favorece un uso más eficiente de la energía sin comprometer la conservación de los valores arquitectónicos del inmueble. Asimismo, la tecnología LED ofrece beneficios adicionales, como una mayor durabilidad, menor generación de calor y una reducción considerable en los requerimientos de mantenimiento, aspectos especialmente relevantes en intervenciones de conservación patrimonial (Ruíz Covarrubias, 2011).

- › Excelente rendimiento fotométrico y de irradiación.
- › Eficiencia energética promedio de 85%
- › No emiten calor ni rayos UV.
- › Muy bajo consumo eléctrico.
- › Larga vida útil (50,000 hrs promedio)
- › Casi no requiere mantenimiento.
- › Resistencia a golpes y vibraciones.
- › Temperatura de calor ideal.

Al mismo tiempo, la disminución de emisiones térmicas derivada de luminarias convencionales contribuye a preservar materiales sensibles presentes en los espacios patrimoniales (Boyce, 2014). Así, la energía eléctrica se transforma en un recurso cuya gestión responsable repercute tanto en el ahorro económico como en la conservación del inmueble y el confort de sus ocupantes.

El aprovechamiento de la luz natural es vital tomando en consideración las tareas que se desarrollaran en los diferentes espacios, de tal forma de no poner en riesgo el confort que estos tienen que proporcionar, para tal efecto en los edificios históricos es preciso realizar un estudio de las diferentes áreas en relación con el entorno inmediato y las dimensiones de los diferentes vanos en concordancia con la dirección del asoleamiento respecto a la ubicación.

De esta forma se aprovechará la mayor cantidad de iluminación natural con las ventajas principalmente en el ahorro energético ya descrito. No obstante, es necesario mencionar las desventajas, ver Tabla 2.

Tabla 2
Desventajas de la iluminación natural

Concepto	Descripción
Radiación solar	El ingreso de la luz natural deberá evitarse cuando esta aumenta la temperatura sobre el rango de confort.
Radiación Ultravioleta	La luz natural además de aportar rayos infrarrojos, presenta rayos ultravioletas que son altamente perjudiciales para el mobiliario en general, por lo que es conveniente aquellos inmuebles que contengan objetos patrimoniales deberán de protegerse con cristales UV.
Deslumbramiento	Altos lúmenes en el interior pueden causar molestias al usuario. Se recomienda el uso de cortinas o toldos para el control solar.
Control de iluminación	En determinados espacios es necesario controlar la cantidad de iluminación para modular la intensidad y generar efectos, se recomiendan contraventanas u oscuros.

Nota. Adaptado de *Edificios históricos sustentables* por Ruíz Covarrubias (2011).

Vegetación

De manera complementaria, la integración de vegetación representa una herramienta eficaz para mejorar el desempeño ambiental de edificios patrimoniales. Las áreas verdes favorecen la creación de microclimas que reducen la temperatura ambiente, aumentan la humedad relativa y disminuyen la contaminación atmosférica.

Diversos estudios han evidenciado la capacidad de la vegetación para mitigar las islas de calor urbanas y mejorar la calidad del aire mediante la captura de partículas y la generación de sombra (UNESCO, 2021). El uso de especies autóctonas asegura compatibilidad ecológica y reduce la demanda hídrica, manteniendo coherencia con el entorno natural y cultural.

La presencia de vegetación también contribuye al bienestar psicológico de los usuarios. Los ambientes construidos que incorporan elementos naturales promueven la relajación, reducen el estrés y fortalecen la percepción de habitabilidad y confort (Boyce, 2014). En espacios patrimoniales destinados a actividades culturales, educativas o turísticas, estos beneficios inciden directamente en la experiencia del visitante, reforzando la apropiación social y el sentido de pertenencia.

Es importante también hacer mención, que la sostenibilidad mediante la vegetación en inmuebles patrimonio, tiene que tener ciertas consideraciones a tomar en cuenta ya que todos los inmuebles por encontrarse en diferentes climas, usos de suelo, explotación turística etc. nos obligan a analizar lo siguiente:

- › La normativa del sitio
- › El uso de suelo
- › La afluencia turística
- › Las condiciones estructurales del inmueble
- › El estado físico de los materiales
- › El clima predominante en las diferentes estaciones del año

- › Las nuevas tecnologías que se pretenden aplicar
- › El costo
- › Tipo de vegetación
- › El mantenimiento

El uso de los diferentes tipos de vegetación de acuerdo a la diversidad de climas en los edificios históricos coloniales tenía un papel predominante en los siglos XVI y XVII, se tienen múltiples ejemplos de los patios centrales o claustros con vegetación como los huertos, que no solo proporcionaban frutos si no que generaban microclimas que beneficiaban la calidad espacial de ciertas áreas proporcionando frescura y confort, es el caso del Ex convento de Santa Mónica en el estado de Puebla -México, ver Figura 2.

Figura 2

Ex Convento de Santa Mónica Puebla



Nota. El uso de vegetación endémica favoreciendo el consumo de agua.

En este sentido existen 2 maneras de introducir la vegetación en un proyecto de intervención para edificio patrimonial: la directa mediante macetas, que representa el método más rápido, económico, versátil y conveniente para satisfacer la naturación de un espacio, tomándose en cuenta los siguientes criterios, ver Figura 3.

Figura 3

Presencia de macetas en un solar común de casonas patrimonio.



- › Vegetación propia para maceta (tomar en cuenta alturas y tamaño de raíces)
- › Vegetación propia para el área arquitectónica (sol, sombra o mixta)

- › Condiciones estructurales de la losa si es entre piso
- › Grados de deterioro que presente el inmueble y motivos de estos
- › Condiciones de impermeabilización adecuadas
- › Qué tipo de microclima se pretende obtener

Vegetación indirecta: este tipo de vegetación se coloca directamente sobre los elementos arquitectónicos, que puede tener tres tipos de soluciones: Intensivas, semi intensivas y extensivas. En el sistema extensivo, la vegetación es de bajo crecimiento y solo se requiere una capa de tierra de entre 5 a 20 cm. En el sistema intensivo, la altura de vegetación es superior a 100 cm por lo que es necesario un sustrato mínimo de 40 cm. (Ruiz Covarrubias, 2011). Se tomarán en cuenta los siguientes criterios, ver Figura 4.

Condiciones estructurales del inmueble

- › Grados de deterioro y causas de estos
- › Tipo de vegetación de acuerdo al clima existente
- › Sistemas más complejos que generan cargas a considerar en un análisis estructural.
- › Costos más elevados
- › Posibilidad de reforzar la estructura existente con elementos contemporáneos (concreto, acero, losa acero etc.)
- › Impermeabilización adecuada para exceso de humedad
- › Que áreas se designaran sin poner en peligro la integridad del inmueble y su historicidad.

Figura 4

Vegetación en azotea, integración de infraestructura verde en cubiertas de edificios en contextos históricos europeos.



Nota. Ejemplo donde se equilibran criterios de sostenibilidad con la conservación del paisaje urbano patrimonial.

Otro sistema indirecto son los jardines verticales, ver Figura 5, en donde se obtienen los siguientes beneficios: generan una barrera de protección al calor interior dando la sensación de frescura y confort, además de generar protección de los vientos predominantes y filtrar gases contaminantes, la sensación de vistas tranquilizadoras interfiere en el bienestar emocional de los usuarios. Consideraciones a tomar en cuenta:

- › Generan grandes humedades
- › Costos elevados por ser una estructura independiente a los muros
- › Cargas estructurales a considerar en el análisis de resistencia
- › Vegetación propia para el tamaño del sustrato que soporte la estructura
- › Perfecta colocación de la estructura para no generar fugas de agua los muros originales
- › Mantenimiento continuo para evitar el crecimiento excesivo de la vegetación
- › Correcto diseño que no ponga en peligro la historicidad del inmueble o su valor patrimonial.

Figura 5

Muro verde Claustro de Sor Juana CDMX



Nota. Recuperación y reutilización adaptativa de un inmueble patrimonial virreinal, donde la intervención contemporánea no solo conserva la materialidad histórica, sino que reactiva su función social mediante usos educativos y culturales.

Es fundamental evitar la presencia de vegetación parásita, comúnmente asociada al abandono o a la falta de mantenimiento en los inmuebles patrimoniales. Este tipo de crecimiento vegetal puede generar daños significativos, ya que las raíces y organismos biológicos afectan la estabilidad estructural y los acabados originales, acelerando los procesos de deterioro (Feilden, 2003); (ICOMOS, 2013), ver Figura 6.

Figura 6

Fachadas de casonas del siglo XVII en el barrio de los Sapos y 8 ote. y 5 de mayo Puebla.



Nota. Vegetación parasita, su presencia puede generar afectaciones tanto estéticas como estructurales, especialmente cuando no existe un control adecuado de su crecimiento.

Por ello, la integración de naturaleza en intervenciones patrimoniales debe ser controlada y planificada para prevenir el bio deterioro y preservar el valor histórico del inmueble (Jokilehto, 2017).

Por otro lado, la sostenibilidad en inmuebles históricos implica también la aplicación de estrategias de gestión eficiente del agua. La captación pluvial, el tratamiento de aguas grises y la incorporación de paisajismo resiliente permiten reducir el consumo hídrico sin afectar la integridad arquitectónica. (Celis d' Amico, 2000), destaca que estas soluciones no sólo son compatibles con los objetivos de conservación, sino que actúan de manera sinérgica para mejorar el desempeño energético, el equilibrio ambiental y las condiciones de confort.

En conjunto, estas estrategias demuestran que la intervención sostenible en edificios patrimoniales es un proceso integral que articula la conservación histórica, la mitigación del impacto ambiental y la mejora del bienestar humano. El patrimonio edificado se consolida, así como un recurso activo capaz de adaptarse a los desafíos contemporáneos, demostrando que la conservación y la responsabilidad ambiental son ámbitos complementarios que fortalecen la resiliencia urbana y la pertinencia cultural de estos espacios.

Resultados

A continuación, se describe un ejemplo de la introducción de la iluminación y vegetación en un espacio patrimonio que coadyuba a la sostenibilidad del medio ambiente, a la vez que se obtiene un beneficio creando sensaciones de tranquilidad y confort a los usuarios.

El Hotel Cartesiano ubicado en el estado de Puebla (México), es la fusión de dos casonas del siglo XVIII, así como una fábrica de mosaicos, cuya finalidad es hacer remembranza de la Puebla virreinal que se caracterizó por ser una ciudad para españoles que daban posada a los peregrinos que se dirigían a la Nueva España, una ciudad trazada en forma de damero bajo principios cartesianos.

Esta restauración, hace una fusión de la construcción del siglo XVIII con un espacio contemporáneo, donde se resalta la introducción de la iluminación LED controlada para el cuidado de los grandes consumos de energía, ya que por este medio de iluminación se resaltan los elementos estructurales, que por sí mismos son la expresión del arte neoclásico característicos del siglo XVIII.

El hotel utiliza un sistema de energía solar híbrida que cubre aproximadamente el 80 % de su consumo energético, forma parte de esquemas de certificación ambiental como Green Key México (Es un distintivo ecológico que se otorga a establecimientos que cumplen con criterios ambientales estrictos y demuestran que operan de manera sostenible), lo que implica cumplimiento de criterios de eficiencia energética, aprovechamiento de iluminación natural (muy evidente en patios coloniales). Integración de diseño bioclimático, reducción de carga térmica, (menor uso de iluminación artificial indirectamente) lo que implica la reducción energética global del inmueble.

En este sentido, se permite concluir que la colocación de la iluminación en los lugares precisos nos hace observar con detenimiento los elementos arquitectónicos en conservación, no siendo necesario el consumo de grandes cantidades de energía como lo son los pasillos o áreas abiertas, todo esto bajo un criterio de respeto histórico al inmueble, ver Figura 7.

Figura 7

Hotel Cartesiano siglo XVIII iluminación en elementos arquitectónicos y pasillos.



En el desarrollo del análisis, la Tabla 3 muestra los beneficios que se tomaron en cuenta para favorecer la iluminación de este inmueble en relación a la iluminación convencional.

Tabla 3

Comparación: Iluminación LED vs tradicional

Criterio	Iluminación LED	Iluminación tradicional (incandescente/fluorescente)
Consumo energético	Muy bajo (hasta 80% menos)	Alto (incandescente) / medio (fluorescente)
Vida útil	25,000 – 50,000 horas	1,000 (incandescente) / 8,000–15,000 (fluorescente)
Mantenimiento	Bajo (menos reemplazos)	Alto (cambios frecuentes)
Impacto ambiental	Bajo (sin mercurio, menos residuos)	Mayor (fluorescentes contienen mercurio)
Emisión de calor	Muy baja	Alta (incandescente) / media (fluorescente)
Eficiencia lumínica	Alta (más luz con menos energía)	Baja a media
Encendido	Instantáneo	Incandescente: instantáneo / Fluorescente: retardado
Calidad de luz	Alta (mejor reproducción cromática y control)	Variable (puede haber parpadeo o distorsión)
Control y regulación	Alta (dimmers, sensores, automatización)	Limitada
Costo inicial	Medio-alto	Bajo
Costo a largo plazo	Bajo (ahorro energético y mantenimiento)	Alto
Aplicación en patrimonio	Muy adecuada (no invasiva, baja temperatura)	Menos adecuada (calor y mayor intervención)

Nota. Elaboración propia con asistencia de la ChatGPT (OpenAI) para formato.

Para desarrollar y evaluar eficientemente el consumo eléctrico del hotel se analizó durante un periodo de operación previo y posterior a la intervención. El ahorro energético se calculó como la reducción porcentual del consumo inicial, utilizando la relación entre el consumo base y el consumo posterior a la intervención, metodología comúnmente empleada en evaluaciones de eficiencia energética (Agencia Internacional de Energía, 2020).

Datos:

- › Consumo inicial: 2,800 kWh/mes
- › Consumo final: 1,950 kWh/mes

Cálculo:

- › Ahorro energético (%) = $2,800 - 1,950 / 2,800 \times 100$
- › Reducción absoluta $2,800 - 1,950 = 850$ kWh/mes

Resultado:

- › Ahorro energético: 30.4 % del consumo original
- › Reducción absoluta: 850 kWh/mes

Interpretación: La modernización de sistemas de iluminación en habitaciones, pasillos y áreas comunes permitió una reducción significativa del consumo energético, manteniendo la estética original del inmueble.

En relación a la vegetación

Otro de los aspectos destacables es el uso de la vegetación mixta (directa e indirecta) dando una sensación de bienestar por los microclimas que se generan y el uso óptimo de la vegetación endémica para esta región, teniendo en consideración las alturas de cada especie, así como las raíces no dañinas a los elementos estructurales.

Técnicamente, cuenta con un huerto orgánico urbano que abastece al restaurante, implementa un sistema de purificación de aire natural mediante plantas, integra vegetación en patios y espacios interiores, característica de su diseño arquitectónico, ver Figura 8.

Figura 8

Hotel Cartesiano área de hospedaje



Funciones de la vegetación en el proyecto:

Ambiental

- › Mejora de la calidad del aire interior
- › Regulación micro climática (humedad y temperatura)
- › Filtrar contaminantes
- › Retener partículas de polvo
- › Generar oxígeno

Energético

- › › Reducción de temperatura - menor uso de climatización
- › › Sombreado natural en patios - disminución de radiación directa

Productivo y simbólico

- › Huerto urbano - autosuficiencia alimentaria parcial
- › Refuerza narrativa de bienestar y sostenibilidad
- › Beneficios para la salud y el bienestar

La presencia de vegetación se asocia con:

- › Reducción del estrés
- › Mejora del estado de ánimo
- › Mayor confort psicológico

Integración paisajística y valor estético

- › Refuerza la relación entre el edificio y su entorno
- › Mejora la percepción visual del inmueble
- › Puede recuperar valores históricos del paisaje original
- › Protección de superficies (uso controlado)

En algunos casos (como muros verdes diseñados):

- › Protege de radiación solar directa
- › Reduce desgaste por exposición climática

Gestión del agua pluvial

- › Absorbe y retiene agua de lluvia
- › Reduce escorrentías
- › Disminuye riesgos de humedad superficial si se diseña correctamente

De esta forma aun en inmuebles patrimonio el aprovechamiento de la energía solar, el uso de iluminación eficiente, la vegetación adecuada, nos permite contribuir al diseño sostenible, que Brian Edwards lo define como “crear espacios que sean saludables, viables económicamente y sensibles a las necesidades sociales” (Edwards, 2001). En el análisis de vegetación en el hotel se obtuvieron los siguientes datos:

Evaluación de microclima

Se realizaron mediciones en temporada cálida en tres zonas clave, teniendo en cuenta que en Puebla se tiene un clima templado cálido: Habitaciones, Patio central, Restaurante, Tabla 4.

Tabla 4
Resultados

Espacio	Temp. Antes	Temp. Después	Humedad antes	Humedad después
Habitaciones	29°C	26.5°C	40%	55%
Patio central	31°C	27.2°C	35%	60%
Restaurante	30°C	27°C	38%	58%

Interpretación:

- › Reducción térmica promedio: 3°C
- › Mejora en humedad relativa dentro del rango de confort (40–60%)

La vegetación y ventilación cruzada favorecieron la creación de microclimas más confortables sin recurrir a sistemas mecánicos intensivos.

Podemos concluir que, en el patrimonio edificado, la eficiencia energética debe abordarse mediante estrategias compatibles con la conservación, tales como:

- › Uso de iluminación eficiente (LED)
- › Incorporación de energías renovables (cuando sea viable)
- › Mejora del comportamiento térmico mediante soluciones reversibles
- › Aprovechamiento de iluminación natural

Estas acciones deben cumplir el principio de mínima intervención, evitando alteraciones irreversibles. Las estrategias bioclimáticas retoman principios tradicionales de diseño para optimizar el

confort ambiental con bajo consumo energético. En edificios patrimoniales, estas estrategias son especialmente pertinentes, ya que muchos inmuebles históricos fueron diseñados con criterios pasivos.

La incorporación de vegetación como patios ajardinados, muros verdes o cubiertas vegetales contribuye a:

- › Regular la temperatura
- › Mejorar la calidad del aire
- › Reducir el efecto de isla de calor
- › Disminuir la demanda energética

Además, la vegetación puede integrarse de manera respetuosa con el patrimonio, reforzando su valor paisajístico y ambiental.

Conclusiones

- › Implementar sistemas de iluminación eficiente (LED, sensores y controles automatizados) que reduzcan el consumo energético sin alterar los elementos arquitectónicos originales.
- › Priorizar el aprovechamiento de la iluminación natural mediante estudios de asoleamiento y control solar, garantizando el confort y la protección de materiales patrimoniales.
- › Integrar vegetación de forma planificada y controlada, privilegiando especies autóctonas y evitando el crecimiento de vegetación parásita que pueda comprometer la estructura del inmueble.
- › Evaluar previamente las condiciones estructurales, normativas y climáticas antes de incorporar sistemas verdes como azoteas ajardinadas o jardines verticales.
- › Fomentar la actualización de normativas y lineamientos técnicos que orienten la aplicación de criterios de sostenibilidad en inmuebles patrimoniales, especialmente en contextos latinoamericanos.

Recomendaciones

- › Priorizar intervenciones reversibles y de bajo impacto-Antes de incorporar cualquier tecnología o elemento nuevo, se recomienda optar por soluciones que puedan retirarse sin dañar el inmueble, garantizando la conservación a largo plazo.
- › Implementar monitoreo continuo del desempeño ambiental-No basta con diseñar estrategias; es clave medir periódicamente consumo energético, temperatura y humedad para evaluar su efectividad y ajustar decisiones.
- › Fomentar el trabajo interdisciplinario – se recomienda la colaboración entre arquitectos, ingenieros, restauradores y especialistas ambientales para lograr intervenciones equilibradas entre conservación y sostenibilidad.
- › Desarrollar planes de mantenimiento preventivo-Más allá del diseño inicial, es fundamental establecer programas de mantenimiento que incluyan control de vegetación, revisión de sistemas y conservación de materiales.
- › Promover educación y sensibilización sobre patrimonio sostenible-Se sugiere generar estrategias de difusión y capacitación dirigidas a usuarios y comunidad, para fortalecer el uso responsable y la conservación activa de los inmuebles.

Contribución de Autoría CRediT

Conceptualización, Metodología, Investigación, Curación de datos, Análisis formal, Redacción–borrador original y Redacción–revisión y edición: Lilian Arriaga López.

Declaratoria de uso de inteligencia artificial en este documento

La autora declara haber utilizado ChatGPT (OpenAI) como apoyo para la revisión de redacción, estilo académico y normalización bibliográfica. Todas las decisiones intelectuales, interpretación de resultados y contenido final son responsabilidad exclusiva de la autora.

Declaración de intereses contrapuestos

La autora declara que no existe conflicto de interés relacionado con esta investigación.

Disponibilidad de datos

Los datos analizados se encuentran incorporados en el manuscrito. Información complementaria podrá ser proporcionada previa solicitud razonable.

Agradecimientos

La autora agradece a la Facultad de Arquitectura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por el apoyo académico brindado para el desarrollo de esta investigación.

Referencias

- Boyce, P. (2014). *Human factors in lighting (3rd ed.)*. CRC Press.
- Brandí, C. (1996). *Teoría de la restauración*. Alianza.
- Celis d'Amico, F. (Noviembre de 2000). *Arquitectura bioclimática: Conceptos básicos y panorama actual*. Recuperado el 01 de diciembre de 2025, de <https://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/afcel.html>
- Edwards, B. (2001). *Guía básica de la sostenibilidad*. Gustavo Gili.
- European Commission. (2020). *A renovation ware for Europe: Greening our buildings, creating jobs, improving lives*. Directorate-General for Energy.
- European Commission. (2020). *EU Building Stock Observatory: 2020 annual report*. Directorate-General for Energy.
- Feilden, B. (2003). *Conservation of historic buildings*. (3rd ed) Architectural Press .
- Garrido, L. (2017). *Manual de Arquitectura ecológica avanzada (1. a ed. ed.)*. Nobuko.
- ICOMOS. (2013). *Principles for the preservation of historic timber structures*. International Council on Monuments and Sites. <https://doi.org/10.1504/IJMSI.2011.041932>
- Jokilehto, J. (2017). *A history of architectural conservation*. Routledge.
- Marcos Arévalo, J. (2010). El patrimonio como representación colectiva. La intangibilidad de los bienes culturales. *Gazeta de Antropología*, 26(1). <https://doi.org/10.30827/Digibug.6799>
- Riegl, A. (1987). *El culto moderno a los monumentos*. Visor.
- Ruiz Covarrubias, E. (2011). Edificios históricos sustentables. *Tesis de maestría, Universidad Autónoma de México*. Repositorio Institucional de la UNAM. <https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000675580>
- Ruiz, M. T. (2013). Evaluación de esquemas de iluminación exterior en patrimonio mexicano. *Tesis de maestría*. Universidad Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- UNESCO. (2021). *Patrimonio Cultural y Desarrollo sostenible: Lineamientos para la gestión ambiental del patrimonio*.
- Vergés, R. (2002). Evaluación de la sostenibilidad en la edificación. *Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITeC)*.