

# EXAMINANDO EL DISEÑO BIOFÍLICO: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA A SUS PARÁMETROS Y SU IMPACTO EN EL BIENESTAR DE LAS PERSONAS

## EXAMINING BIOPHILIC DESIGN: A SYSTEMATIC REVIEW OF ITS PARAMETERS AND ITS IMPACT ON PEOPLE'S WELL-BEING

DOI: [10.47796/ra.2024i26.1046](https://doi.org/10.47796/ra.2024i26.1046)

CLAUDIA MEJÍA FLORES<sup>1</sup>

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna - Perú

Orcid: [0009-0000-5266-1001](https://orcid.org/0009-0000-5266-1001)

[cmejiaf@unjbg.edu.pe](mailto:cmejiaf@unjbg.edu.pe)

PRESENTADO : 21.07.24

ACEPTADO : 29.10.24

ELIZABETH MERMA SORIA<sup>2</sup>

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna - Perú

Orcid: [0000-0003-4296-1232](https://orcid.org/0000-0003-4296-1232)

[emermas@unjbg.edu](mailto:emermas@unjbg.edu)

### RESUMEN

El diseño biofílico ha adquirido relevancia en la arquitectura desde la década de 1990, debido al creciente interés por la sostenibilidad y la necesidad de mitigar problemas ambientales. Se ha demostrado también que la integración de elementos biofílicos en los espacios construidos mejora no solo la sostenibilidad, sino también la salud y el bienestar de las personas. El objetivo del presente artículo, por tanto, es realizar una revisión sistemática del diseño biofílico, evaluando sus parámetros e impacto en el bienestar humano, con el fin proporcionar pautas que ayuden a arquitectos y diseñadores a implementar estos principios, y contribuir así en la mejora de la calidad de vida de las personas y en la sostenibilidad de entornos urbanos.

### ABSTRACT

Biophilic design has gained relevance in architecture since the 1990s, due to the growing interest in sustainability and the need to mitigate environmental problems. Furthermore, it has been demonstrated that integrating biophilic elements into built spaces makes them more sustainable and has a positive impact on people's health and well-being. This article aims to conduct a systematic review of biophilic design, evaluating its parameters and impact on human well-being, to provide guidelines that help architects and designers implement these principles, thus contributing to improving people's quality of life and the sustainability of urban environments.

<sup>1</sup> Arquitecta egresada de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, Perú. Maestro en Proyectación, Construcción y Gestión de Vivienda Colectiva por la Universidad Católica de Santa María de Arequipa. Docente contratada a tiempo completo de la Escuela Profesional de Arquitectura de la Facultad de Ingeniería Civil Arquitectura y Geotecnia de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

<sup>2</sup> Arquitecta egresada de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, Perú. Maestro en Gerencia de la Construcción por la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Docente contratada a tiempo completo de la Escuela Profesional de Arquitectura de la Facultad de Ingeniería Civil Arquitectura y Geotecnia de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

En ese sentido, se presenta una revisión bibliográfica en torno a la BIOFILIA y su impacto en el bienestar humano, enfocada en su aplicación en el diseño arquitectónico de edificios residenciales, comerciales y educativos. La metodología incluye una recopilación de literatura centrada en la búsqueda de términos como “biofilia”, “hábitat y vivienda”, “diseño biofílico”, “calidad de vida” y “salud y bienestar”, donde se priorizaron estudios empíricos y teóricos en inglés y español, que analizarán los beneficios de la biofilia en la salud, el bienestar y la sostenibilidad.

Se revisaron 34 estudios sobre los beneficios del diseño biofílico en entornos construidos, enfocándose en parámetros como la incorporación de elementos naturales, espacios verdes, materiales orgánicos e iluminación natural. Se identificaron conexiones directas e indirectas entre la presencia de la naturaleza y el bienestar general, subrayando la importancia de diseñar entornos que promuevan estas interacciones.

Los estudios muestran que la integración de elementos biofílicos en oficinas, hospitales y escuelas mejora la productividad y el bienestar emocional, y facilita la recuperación de pacientes. A pesar de estos beneficios, su implementación enfrenta desafíos como los altos costos y la falta de conocimiento técnico, lo que requiere un desarrollo de políticas públicas y programas de educación. En conjunto, el diseño biofílico promueve tanto la sostenibilidad como una mayor conexión con la naturaleza.

**Palabras clave:** biofilia, diseño biofílico, calidad de vida, salud y bienestar

Therefore, a literature review is presented regarding biophilia and its impact on human well-being, focused on its application in the architectural design of residential, commercial, and educational buildings. The methodology includes a literature compilation centered on searching terms such as "biophilia", "habitat and housing", "biophilic design", "quality of life", and "health and well-being", prioritizing empirical and theoretical studies in English and Spanish that analyzed the benefits of biophilia on health, well-being, and sustainability.

Thirty-four studies on the benefits of biophilic design in built environments were reviewed, focusing on parameters such as the incorporation of natural elements, green spaces, organic materials, and natural lighting. Direct and indirect connections between the presence of nature and general well-being were identified, emphasizing the importance of designing environments that promote these interactions.

Studies show that the integration of biophilic elements in offices, hospitals, and schools improves productivity and emotional well-being, and facilitates patient recovery. Despite these benefits, its implementation faces challenges such as high costs and lack of technical knowledge, which requires the development of public policies and educational programs. Overall, biophilic design promotes both sustainability and a greater connection with nature.

**Keywords:** biophilia, biophilic design, quality of life, health and wellbeing

## INTRODUCCIÓN

El diseño biofílico incluye diversos elementos que deben aplicarse considerando las necesidades de los usuarios en espacios específicos, como oficinas o residencias. No es viable integrar todos los elementos en cada diseño, por lo que, los diseñadores deberán elegir aquellos que potencien el bienestar de los ocupantes (Aabouelela, 2023).

El objetivo de este artículo fue desarrollar una revisión basada en evidencia sobre el diseño biofílico y sus beneficios para la salud, de acuerdo con los 14 patrones de diseño biofílico propuestos por Browning et al. (2014) y los elementos que presentan.

Si bien no todos los aspectos del diseño biofílico tienen evidencia sólida, conceptos como la TEORÍA DEL ESPACIO AZUL sugieren que la presencia de agua en entornos construidos favorece la relajación y reduce los niveles de estrés (Heath et al., 2018). Asimismo, la TEORÍA DE LA RESTAURACIÓN DE LA ATENCIÓN indica que la naturaleza permite que las personas recuperen su capacidad de atención tras periodos de agotamiento mental (Grinde & Patil, 2009).

En relación con lo anterior, Vujcic (2017) señala que incorporar plantas en interiores no solo mejora la salud física, sino que contribuye al mejoramiento del estado de ánimo y la reducción del estrés. En esa línea, el estudio de Espejo y Cabrera (2023) reveló que el 70 % de los encuestados sintió que tener plantas en casa les ayudó a enfrentar el encierro durante la pandemia, lo que impulsó la creación de más espacios verdes.

El diseño biofílico, estudiado por diversos investigadores, enfatiza la importancia de incorporar elementos naturales en los espacios construidos para mejorar la salud y el bienestar de las personas. Según Ryans et al.

(2014), la neurociencia y la endocrinología respaldan los beneficios de la biofilia en la psicología y fisiología humanas. Yin et al. (2019) destacan que los ambientes interiores biofílicos favorecen la recuperación del estrés y la ansiedad, especialmente en los primeros minutos. Sangam Namwad et al. (2023) añaden que los elementos del diseño biofílico pueden reducir el estrés en entornos urbanos densos, beneficiando la salud y la sostenibilidad. Por último, Jill McSweeney et al. (2019) señalan que pasar tiempo en la naturaleza y utilizar elementos naturales en interiores puede regular la respuesta al estrés mediante la preferencia ambiental.

En el contexto de los espacios educativos, por otra parte, Tanner (2000) señala que la arquitectura escolar impacta en el rendimiento académico de los estudiantes, y agrega que factores como una mala iluminación, aulas pequeñas y una ventilación deficiente pueden perjudicarlo. La incorporación de elementos biofílicos, como aire fresco, luz natural y plantas, por tanto, resulta beneficioso para mejorar la atención y la memoria de los estudiantes. Al respecto, Martín et al. (2018) muestran, además, que jóvenes con TDAH logran mayor concentración en entornos naturales que urbanos.

El diseño biofílico en entornos construidos, como se ve, tiene efectos positivos en la salud de las personas, pues favorece la disminución de la ira y el estrés, e incrementa o mantiene estables las emociones positivas, la frecuencia cardíaca y la presión arterial, lo que contribuye al bienestar general (Yin et al., 2018).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la revisión bibliográfica sobre la biofilia y su implicancia en el bienestar de las personas, se aplicó una metodología estructurada en varias etapas para lograr recopilar literatura exhaustiva y relevante del

tema. La revisión incluyó estudios sobre el diseño biofílico y sus beneficios para la salud, y se excluyeron aquellos centrados en entornos naturales sin relación directa con edificaciones.

Se realizaron búsquedas en bases de datos científicas como Scopus, ScienceDirect y Google Scholar, y se seleccionaron artículos publicados entre los años 2010 y 2024. Las palabras clave empleadas para la búsqueda incluyeron términos como “biofilia”, “hábitat y vivienda”, “diseño biofílico”, “calidad de vida” y “salud y bienestar”. Se priorizaron estudios empíricos y teóricos en inglés y español, que analizarán los beneficios de la biofilia en la salud, el bienestar y la sostenibilidad.

Los artículos seleccionados fueron evaluados críticamente en cuanto a diseño metodológico, rigor analítico y claridad de resultados, y se excluyeron aquellos que no cumplían con estos estándares de calidad. La información obtenida se organizó temáticamente para identificar patrones y tendencias sobre los beneficios psicológicos, físicos y ambientales de la biofilia y sus estrategias de diseño.

Esta metodología permite una revisión crítica y amplia de la biofilia en la arquitectura, aunque presenta limitaciones en el enfoque lingüístico y temporal, lo cual podría haber restringido la inclusión de estudios relevantes previos o en otros idiomas.

## REVISIÓN DE LA LITERATURA

### Biofilia

La palabra biofilia proviene del griego bio (vida) y philia (amor), y se puede traducir como “amor a la vida”. En 1966, el psicólogo Erich Fromm utilizó por primera vez este término y lo definió como “amor por la vida y todos los seres vivos”. Así, en líneas generales, se puede entender que la palabra biofilia significa amor a

la naturaleza, estableciendo una conexión esencial con el ser humano a lo largo de su vida. Posteriormente, en 1984, el biólogo Edward O. Wilson señaló también que existe una conexión inherente entre el hombre y la naturaleza, cuya presencia es fundamental a lo largo de la vida humana, y aporta numerosos beneficios para la salud física y mental.

### Arquitectura biofílica

La arquitectura biofílica se centra en la integración de elementos naturales como plantas, agua, luz natural, madera y vistas hacia el entorno en el diseño de espacios. Según Aristizabal et al. (2021), esta inclusión en entornos laborales reduce el estrés y mejora el bienestar de los usuarios. Asimismo, la incorporación de espacios verdes tridimensionales, como jardines verticales y techos verdes, es una estrategia efectiva en la arquitectura biofílica, como lo destacan Zhong y Bekkering (2023). El propósito principal de la arquitectura biofílica, por tanto, es crear espacios que contribuyan a reducir el estrés, elevar el ánimo y favorecer la recuperación física y mental de las personas. Investigaciones como las de Gaekwad y Roös (2023) y Alam (2023) demuestran, en ese sentido, cómo entornos diseñados con principios biofílicos pueden impactar positivamente en el bienestar psicológico y fisiológico de los usuarios, promoviendo un ambiente que disminuye la ansiedad y mejora el rendimiento.

La arquitectura biofílica promueve, además, una conexión multisensorial con la naturaleza mediante estímulos visuales, sonoros y táctiles —Jung y Kim (2023), por ejemplo, exploran cómo simular esta conexión con realidad virtual en espacios sin acceso natural—, y fomenta la sostenibilidad a través de recursos renovables y prácticas constructivas responsables —Zhong y Bekkering (2022) destacan su papel en la reducción de la huella ecológica y en la mejora de la eficiencia energética—.

**TABLA 1**

*Bases Teóricas del diseño biofílico y sus beneficios para la salud*

N°	Nombre de los artículos	Autores	Revista
1	Integrating bio philic design elements into office designs	(Demirkol & Önaç, 2024)	ScienceDirect
2	Bio philic office design: Exploring the impact of a multisensory approach on human well-being	(Aristizabal et al., 2021)	ScienceDirect
3	Bringing nature into hospital architecture: Machine learning-based EEG analysis of the bio philia effect in virtual reality	(Jung & Kim, 2023)	ScienceDirect
4	A meta-analysis of physiological stress responses to natural environments: Bio philia and Stress Recovery Theory perspectives	(Gaekwad, & Roös., 2023)	ScienceDirect
5	Bio philia Theory Revisited: Experts and non-experts perception on aesthetic quality of ecological landscape	(Rosley & Lamit., 2014)	ScienceDirect
6	Visibility of nature-connectedness in school buildings: An analytical study using bio philic parameters, space syntax, and space/nature syntax	(Yaseen & Mustafa., 2023)	ScienceDirect
7	Bio philic design in architecture and its contributions tohealth, well-being, and sustainability: A critical review	(Zhong & Bekkering., 2022)	ScienceDirect
8	Designing with nature: Advancing threedimensional green spaces in architecture through frameworks for biophilic design and sustainability	(Zhong & Bekkering., 2023)	ScienceDirect
9	Challenges for implementing biophilic strategies in Australian building design	(Sadick & Vu., 2023)	ScienceDirect
10	Implementing bio philic design in architecture through three-dimensional green spaces: Guidelines for building technologies, plant selection, and maintenance	(Zhong & Bekkering., 2024)	ScienceDirect
11	Enhancing children´s health and well-being through biophilic design in Chinese kindergartens: A systematic literature review	(Huizi & Ismail., 2024)	ScienceDirect
12	Bio philic design frameworks: A review of structure, development techniques and their compatibility with LEED sustainable design criteria	(Wjiesoorya & Markauskaite, 2023)	ScienceDirect
13	14 Patrones de Diseño Biofílico mejorando la salud y el bienestar en el entorno construido	(Browning et al., 2014)	Google scholar
14	Bio philic Design Applications: Putting Theory and Patterns into Buit Environment Practice	(Downton et al., 2017)	Google scholar
15	Bio philic architecture and designs for mental wellbeing	(Alam, 2023)	Google scholar
16	Bio philic architecture: influence of its application in the design of a residential center for the elderly	(Changa et al., 2023)	Google scholar
17	Bio philia: Nature as a trend factor in the design of a home	(Apaza, 2022)	Google scholar
18	Sustainable Spaces - The Evolution of Bio philic Design in Modem Architecture: A Review	(Kabinesh et al., 2024)	Google scholar
19	Bio philic design patterns Emerging Nature-Base Parameters for Health and wen-Being in the BUILT Environment	(Ryan, 2014)	Google scholar
20	A Review of Psychological Literature on the Health and Wellbeing Benefits of Bio philic Design	(Gillis, 2015)	Google scholar
21	Bio philic Design As An Approach Towards Integrating Natuer Into The Design Of Residential Units To Improve Human Mental Health And Well-Being Section A-Research Paper Eur	(Aboueieela, 2023)	Google scholar
22	Bio philic Design: Towards enhancing user´s comfort via direct experience with nature in highrise residential building, Abuja, Nigeria	(Abdulkadir & Olagunju, 2023)	Google scholar
23	Evaluation of Bio philic Approach in the Design of Residential Sites; Case of Sinpaş Altınoran, Ankara / Turkey	(Kahveci & Göker, 2020)	Google scholar
24	Assessment of bio philic design´s impact on citizens´ residential satisfaction to enhance pro-environmental behavior	(Mousapour, 2024)	Google scholar
25	Bio philic Design and Climate Change: Performance Parameters for Health	(Africa et al., 2019)	Google scholar
26	Bio philia as Evolutionary Adaptation: An Onto- and Phylogenetic Framework or Bio philic Design	(Barbiero & Berto, 2021)	Google scholar
27	A Meta-Analysis of Emotional Evidence for the Bio philia Hypothesis and Implications for Biophilic Design	(Gaekwad et al., 2022)	Google scholar
28	Bio philic Design: How to enhance physical and psychological health and wellbeing in our built environments	(Bolten & Barbiero, 2020)	Google scholar
29	Toward the bio philic residential regeneration for the green new deal	(Lee & Park, 2021)	Google scholar
30	Health benefits of evidence-based biophilic-designed environments: A review	(Lee & Park, 2021)	Google scholar
31	Awareness assessment of bio philic design principles application	(Tahoun, 2019)	Google scholar
32	Neuroarchitecture and Design in Home Office: Guidelines for Projects and Workspace Adaptations	(Vizioli Libório et al., 2023)	Google scholar
33	Bio philic Design for Restorative University Learning Environments: A Critical Review of Literature and Design Recommendations	(Peters & D´Penna, 2020)	Google scholar
34	Bio philic Design Patterns for Primary Schools	(Ghaziani & Atmodiwirjo, 2021)	Google scholar

## Diseño biofílico

El diseño biofílico es un enfoque arquitectónico que integra la naturaleza en espacios tanto nuevos como existentes, generando beneficios significativos para el bienestar físico y emocional de las personas en su vida cotidiana. Al incorporar elementos naturales en diversos entornos, se favorecen estados de tranquilidad y armonía que contribuyen a reducir enfermedades relacionadas con el estrés. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), el estrés es una respuesta fisiológica y emocional ante cambios o demandas que, si se prolonga en el tiempo, puede desencadenar diversas enfermedades en los sistemas nervioso y cardiovascular (Gareca, 2022). Orellana, López, Maldonado y Vanegas (2017) señalan que la presencia de elementos naturales contribuye a crear ambientes armoniosos, cómodos y estéticamente atractivos. Además de la integración con la naturaleza, el diseño biofílico enfatiza la importancia de espacios bien iluminados y ventilados de forma natural, satisfaciendo así las necesidades humanas fundamentales y alineando la arquitectura con los principios de la naturaleza.

## Calidad de vida

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la calidad de vida se describe como la percepción que tiene una persona sobre su posición dentro de su entorno cultural y los valores que lo conforman, en relación con sus metas, expectativas, criterios y preocupaciones individuales. Este concepto está influenciado también por factores como la salud física, el estado emocional, el nivel de autonomía, las relaciones sociales, las condiciones ambientales y las creencias personales.

Para Aabouelela (2023), la calidad de vida se centra en el bienestar de la población, considerando factores físicos, culturales,

psicológicos y ambientales. No solo refleja el estado de bienestar general, sino también cómo las personas perciben sus vidas en estas áreas. La calidad ambiental juega un papel crucial en la calidad de vida, ya que se puede realizar la evaluación del aire, el ruido y la estética del entorno.

## Salud y bienestar

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la salud como un estado de completo bienestar físico, mental y social, que abarca distintos aspectos como la salud física y emocional, el funcionamiento diario, la estabilidad financiera y las relaciones sociales dentro de la comunidad. Según Rodríguez (2020), el bienestar se compone de factores psicológicos, sociales, biológicos, espirituales y ambientales. En línea con las estrategias de la OMS, este enfoque promueve la salud y la prevención de enfermedades mediante la adopción de estilos de vida saludables, mejorando así la calidad de vida. Desde una perspectiva crítica, Zhong y Bekkering (2022) exploran cómo el diseño biofílico contribuye al bienestar psicológico en general, y señalan que la creación de entornos con un confort mental y emocional puede reducir la ansiedad y el estrés, mejorando la calidad de vida en los espacios construidos.

## Arquitectura verde y sostenibilidad

Zhong y Bekkering (2023) destacan la importancia de integrar espacios verdes y elementos naturales en la arquitectura, promoviendo un enfoque de sostenibilidad que abarca la conservación de la biodiversidad y el aprovechamiento de recursos naturales como la luz y el aire fresco. Wijesooriya y Markauskaite (2023) subrayan que la arquitectura verde incorpora materiales renovables y de bajo impacto ambiental, además de tecnologías de eficiencia energética, como paneles solares y sistemas de ventilación natural, con el objetivo

de reducir el consumo de recursos y las emisiones de carbono de los edificios. Mousapour (2024) enfatiza que los entornos verdes y sostenibles no solo benefician a los residentes al mejorar su satisfacción, sino que también fomentan comportamientos proambientales; ya que, al vivir en un espacio diseñado de manera sostenible, las personas desarrollan una mayor conciencia ambiental y sentido de responsabilidad hacia el entorno natural. En conjunto, estos enfoques posicionan la arquitectura verde y sostenible como una estrategia integral que busca reducir el impacto ambiental, promover el bienestar humano y fomentar una conexión armónica con la naturaleza, apoyándose en el uso de materiales sostenibles, eficiencia energética, creación de espacios adaptativos y saludables, y diseño de entornos resilientes y respetuosos con el medio ambiente.

### FILOSOFÍA DEL DISEÑO BIOFÍLICO

Zhong y Bekkering (2023) destacan la importancia de integrar espacios verdes y elementos naturales en la arquitectura, y promover un enfoque de sostenibilidad que abarque tanto la conservación de la biodiversidad como el aprovechamiento de recursos naturales, como la luz y el aire fresco. Wijesooriya y Markauskaite (2023) subrayan que la arquitectura verde incorpora materiales de construcción renovables y de bajo impacto ambiental, junto con tecnologías de eficiencia energética, como paneles solares y sistemas de ventilación natural, prácticas orientadas a reducir el consumo de recursos y las emisiones de carbono asociadas con los edificios. Mousapour (2024) enfatiza, además, que los entornos verdes y sostenibles no solo benefician a los residentes al mejorar su satisfacción, sino que también fomentan comportamientos proambientales; ya que, al vivir en un espacio diseñado de manera sostenible, las personas desarrollan una mayor conciencia ambiental y

sentido de responsabilidad hacia el entorno natural.

### PATRONES O PARÁMETROS DE DISEÑO BIOFÍLICO

Los estímulos sensoriales no visuales, como sonidos naturales (agua, canto de aves), aromas y texturas naturales ofrecen una experiencia sensorial completa. Estudios como los de Gaekwad et al. (2022) y Aristizabal et al. (2021) demuestran que estos estímulos tienen un efecto restaurador y pueden mejorar la concentración. La inclusión de materiales naturales como madera, piedra y fibras orgánicas, por otra parte, crea una conexión con el entorno, y estudios como los de Alam (2023) y Kahveci y Göker (2020) argumentan que el uso de estos materiales auténticos mejora la calidad del espacio y contribuye al bienestar psicológico.

De manera similar, Browning et al. (1914) proponen un marco de diseño biofílico que explora la relación entre naturaleza y salud en los entornos. Este marco se basa en tres dimensiones: incorporación de elementos naturales, uso de analogías naturales y naturaleza del espacio, facilitando la integración de técnicas biofílicas en el entorno construido.

#### Naturaleza en el espacio

Se trata de la incorporación directa de elementos naturales como plantas, agua, animales y otros elementos dentro de un espacio o lugar, con el fin de promover una conexión tangible con la naturaleza. Abarca 7 patrones de diseño biofílico.

#### Analogías naturales

Las analogías naturales se refieren a la representación orgánica de la naturaleza, utilizando objetos, colores y formas inspirados por elementos naturales en el diseño de mobiliario y materiales para espacios.

Tabla 2

## Patrones del Diseño Biofílico – Naturaleza en el Espacio

PATRONES	DEFINICIÓN	FUNCIONES		
		REDUCTORES DE ESTRÉS	DESEMPEÑO COGNITIVO	EMOCIONES, ESTADO DE ÁNIMO
1. Conexión visual con la naturaleza	Observar componentes de la naturaleza, organismos vivos y fenómenos naturales.	Baja la presión sanguínea y el ritmo cardíaco.	Mejora el compromiso y la atención mental.	Impacta positivamente la actitud y la felicidad en general
2. Conexión no-visual con la naturaleza	Reconocimiento de estímulos táctiles, olfativos o gustativos relacionados con la naturaleza, organismos vivos o fenómenos naturales.	Baja la presión sanguínea sistólica y las hormonas del estrés.	Impacta positivamente el desempeño cognitivo.	Se perciben mejoras en la salud mental y la tranquilidad.
3. Estímulos sensoriales no rítmicos	Las interacciones aleatorias y fugaces con la naturaleza pueden ser analizadas estadísticamente, pero no se pueden predecir con exactitud.	Impacta positivamente el ritmo cardíaco, la presión sanguínea sistólica y la actividad del sistema nervioso simpático.	Se mide el comportamiento mediante la observación y cuantificación de la atención y exploración.	
4. Variaciones térmicas y de corrientes de aire.	Sutiles variaciones en la temperatura del aire, la humedad relativa, una brisa que se siente en la piel y las temperaturas superficiales que emulan ambientes naturales.	Impacta positivamente el confort, bienestar y productividad.	Impacto positivo en la concentración	Mejora la percepción de placer temporal y espacial (aliestesia).
5. Presencia de agua	Una condición que enriquece nuestra experiencia de un lugar al ver, escuchar o tocar el agua.	Reduce el estrés, aumenta los sentimientos de tranquilidad, reduce el ritmo cardíaco y la presión sanguínea.	Mejora la concentración y restaura la memoria.	Se observan preferencias y respuestas emocionales positivas.
6. Luz dinámica y difusa	El uso de la variación de la luz y la sombra que cambia con el tiempo, creando condiciones observables en la naturaleza.	Impacta positivamente el funcionamiento del sistema circadiano.		
7. Conexión con sistemas naturales	Conciencia de los procesos naturales, especialmente los estacionales y temporales, que son característicos de un ecosistema saludable.			Mejora las respuestas positivas de la salud; acentúa la percepción del entorno.

Nota. Datos tomados de Patrones del Diseño Biofílico según Browning et al., (1914)

Tabla 3

## Patrones de Diseño Biofílico - Analogías naturales

PATRONES	DEFINICIÓN	FUNCIONES		
		REDUCTORES DE ESTRÉS	DESEMPEÑO COGNITIVO	EMOCIONES, ESTADO DE ÁNIMO
8. Formas y patrones biomorfoicos	Símbolos que representan formas, diseños, texturas o sistemas numéricos encontrados en la naturaleza.			Se observan preferencias visuales
9. Conexión de los materiales con la naturaleza	Materiales y elementos naturales que reflejan la ecología y generan una percepción única del entorno		Disminuye la presión sanguínea diastólica. Mejora el desempeño creativo.	Mejora el confort.
10. Complejidad y orden	Jerarquías espaciales muy similares a las de la naturaleza.	Impacta positivamente las respuestas conceptuales y fisiológicas al estrés.		Se observan preferencias visuales

Nota. Datos tomados de Patrones del Diseño Biofílico según Browning et al., (1914)

## Naturaleza del espacio

La naturaleza del espacio se refiere a las configuraciones espaciales inspiradas en la naturaleza, que incluyen vistas oscurecidas y evocan lo peligroso y desconocido. Se logran crear configuraciones espaciales deliberadas y atractivas.

## DISEÑO BIOFÍLICO PARA UNA ARQUITECTURA SOSTENIBLE

Kabinesh et al. (2024) analizan la fusión de los principios del diseño biofílico con la arquitectura sostenible y detallan cuáles son los desafíos que enfrentan los esfuerzos arquitectónicos sustentables y los beneficios de incorporar

**Tabla 4**

*Patrones de Diseño Biofílico - Naturaleza del Espacio*

PATRONES	DEFINICIÓN	FUNCIONES		
		REDUCTORES DE ESTRÉS	DESEMPEÑO COGNITIVO	EMOCIONES, ESTADO DE ANIMO
11. Panorama	Una vista amplia y despejada para vigilancia y planificación	Reduce el estrés	Reduce el aburrimiento irritabilidad y fatiga.	Mejora el confort y la percepción de seguridad
12. Refugio	Un lugar para aislarse de las condiciones del entorno o de las actividades diarias, donde se encuentre protección para la espalda y sobre la cabeza		Mejora la concentración, atención y percepción de seguridad	
13. Misterio	Presencia de vistas parcialmente oscurecidas para atraer la sensación sensorial.			Induce a una fuerte respuesta al placer
14. Riesgo y Peligro	Amenaza reconocida junto con un refugio confiable.			Genera fuertes respuestas de dopamina y placer

*Nota. Datos tomados de Patrones del Diseño Biofílico según Browning et al., (1914)*

elementos biofílicos en el diseño. También investigan la relación entre estos elementos y los objetivos generales de sostenibilidad en la arquitectura.

Desde la década de 1990, la sostenibilidad se ha vuelto fundamental en la arquitectura, debido principalmente a los problemas ambientales como el agotamiento de recursos y el cambio climático. Los arquitectos, en ese sentido, vienen adoptando

diversas estrategias sostenibles, como tecnologías energéticamente eficientes y materiales renovables; y el diseño biofílico, en este contexto, emerge como una herramienta valiosa para promover la sostenibilidad, facilitando la resiliencia ante el cambio climático y alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Diversas investigaciones respaldan la integración de estos principios en la arquitectura sostenible.

**Tabla 5**

*Contribuciones a los ODS*

Los ODS	CONTRIBUCIÓN
3. Buena salud y bienestar 13. Acción climática	Fuertemente apoyado
4. Educación de calidad 7. Energía asequible y limpia 8. Trabajo decente y crecimiento económico 9. Industrias, Innovación e Infraestructura 11. Ciudades y comunidades sostenibles 15. La vida en la tierra 17. Alianzas para alcanzar los objetivos	Aprovechar directamente
1. Sin pobreza 2. Hambre Cero 5. Igualdad de género 6. Agua limpia y saneamiento 10. Reduce las desigualdades 14. La vida bajo el agua 16. Paz y justicia institucionales sólidas	Contribuciones indirectas

*Nota. Interconexión entre diseño biofílico y arquitectura sostenible según Kabinesh et al. (2024)*

## ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIOFÍLICO

Los precursores del diseño biofílico sugieren diferentes estrategias para incorporar la naturaleza en los entornos construidos. Entre estas estrategias se encuentran la creación de parques y áreas verdes en las ciudades, la

inclusión de plantas y materiales naturales en los espacios interiores, la implementación de principios biofílicos en edificaciones específicas, y la inspiración en elementos naturales como bosques y cuerpos de agua, entre otros. Se muestran algunas de estas estrategias en la Tabla 6.

**Tabla 6**  
*Marco del diseño biofílico*

INCORPORACIÓN DE LA NATURALEZA	INSPIRACIÓN EN LA NATURALEZA	INTERACCIÓN CON LA NATURALEZA
Introducir elementos, fenómenos y procesos naturales creados artificialmente y ponerlos de relieve mediante experiencias multisensoriales	Imitar la naturaleza (a menudo conocido como biomimetismo) y evocar la sensación de naturaleza mediante la delicada colocación de elementos naturales.	Organizar los espacios en función de la evolución de las relaciones entre el ser humano y la naturaleza par experimentar entornos similares a la naturaleza y establecer conexiones con el sistema natural o entre varios espacios
Agua	Formas y figuras	Prospecto y refugio
Aire	Patrones y geometrías	Complejidad y orden
Luz del día	Mecanismos	Atracción (riesgo y misterio)
Plantas	Imágenes	Conexión con el lugar
Animales	Materiales, texturas y color	Conexión de espacios
Paisaje		
Clima		
Tiempo y cambios estacionales		

*Nota.* Marco de diseño biofílico con enfoques y elementos según Zhong et al. (2022)

Gareca (2021) toma como referencia el estudio de Ryan et al. (2014) sobre patrones del diseño biofílico, y propone estrategias de diseño biofílico que sirvan de lineamientos básicos no sólo para mejorar la normativa actual en la ciudad de Sucre —en relación a los usos de los espacios libres en las viviendas— sino también para optimizar el confort térmico mediante la presencia de elementos naturales y criterios básicos de diseño, tanto en el interior como en el exterior de las viviendas unifamiliares, y de esta manera contribuir con la calidad espacial.

### Conexión con un entorno natural

Creación de un entorno natural que facilite la relajación mental y física a través de la presencia de abundante vegetación, cuerpos de agua como fuentes y estanques, así como la fauna local de aves e insectos para fomentar actividades contemplativas y paseos. Las

directrices internacionales recomiendan que estos espacios no deben estar a más de 200 metros o 15 minutos a pie, apoyándose en el concepto de "La Ciudad de los 15 minutos" propuesto por el Arq. Moreno.

Además, se sugiere destinar al menos 10,000 metros cuadrados para parques o áreas similares, los cuales son más efectivos cuanto más extensos y diversos sean en su interacción con las personas, con elementos como fuentes, estanques y lagos artificiales, vegetación autóctona arbórea, arbustiva y floral, presencia de animales e insectos, césped en áreas de descanso y senderos con mobiliario adecuado.

### Conexión con la naturaleza en la vivienda

Proporcionar un entorno natural en el hogar implica aprovechar terrazas y espacios libres, que constituyen entre el 30 % y el 40 % del

**Figura 6**

*Muestra de conexión con un entorno natural.*



Nota. Elaboración propia. CASACOR 2024.

**Figura 7**

*Muestra la luz natural y los materiales naturales como una experiencia directa de la naturaleza que tiene un efecto positivo.*



Nota. Elaboración propia. CASACOR 2024.

área total de la vivienda. Se deben asignar áreas para garajes y patios secos, priorizando la creación de jardines con al menos un árbol y especies nativas, polinizadoras, aromáticas, purificadoras, medicinales y comestibles. También se sugiere incluir fuentes u otros elementos que fomenten microecosistemas, lo que ayuda a reducir el agotamiento físico y mental.

### Ventilación e iluminación natural

Proporcionar confort térmico óptimo a través de un diseño que facilite corrientes de aire naturales y artificiales, así como la entrada de iluminación natural controlada por los habitantes mediante puertas, ventanas y claraboyas. Se incorporan sistemas de control de iluminación y ventilación para mejorar la percepción de confort térmico, reduciendo así la dependencia de sistemas de calefacción y aire acondicionado.

### Presencia de agua

Se busca aprovechar las cualidades multisensoriales del agua para crear una sensación relajante y propiciar la contemplación, al tiempo que contribuye al control de la temperatura ambiental y mejora el estado de ánimo. Sin embargo, debido a los costos asociados con el mantenimiento y el uso del agua, es crucial utilizar estos recursos con moderación, especialmente en regiones con escasez de agua. En caso de exposición, deben ubicarse en áreas donde la evaporación sea mínima y en espacios con alto albedo, estas características pueden implementarse tanto en interiores como en exteriores, incluyendo cascadas artificiales, paredes de agua, acuarios, fuentes, estanques, espejos de agua y cortinas de agua.

#### Figura 8

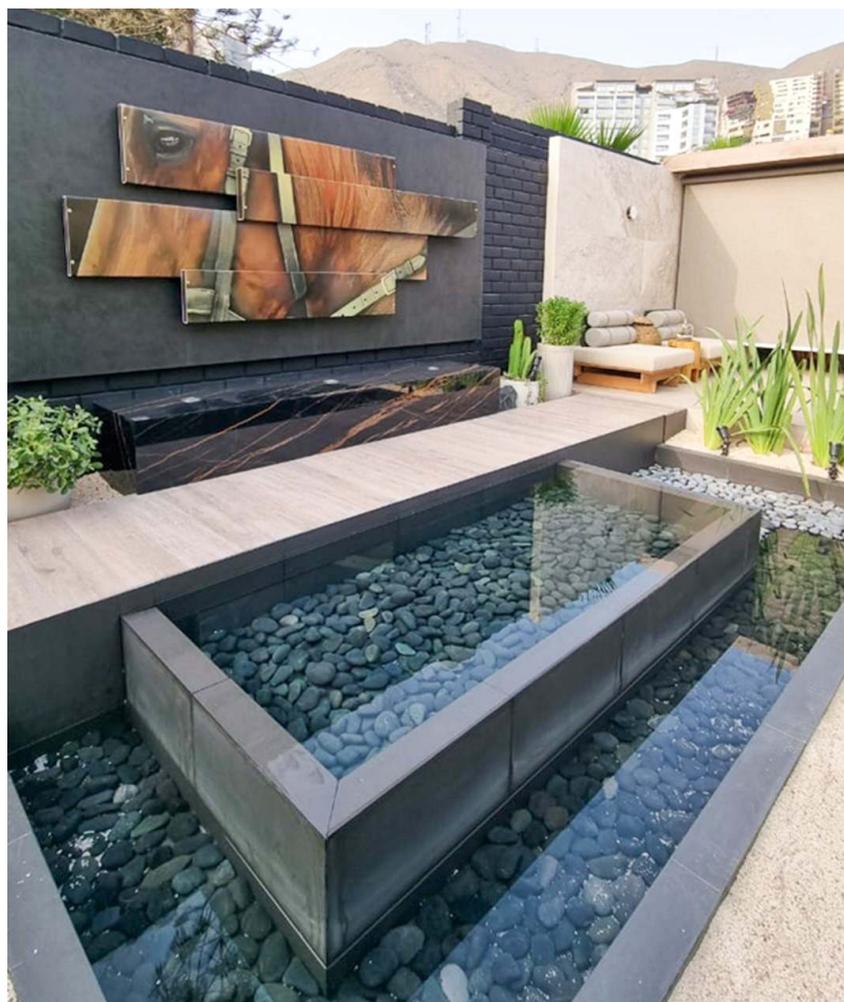
*Muestra la experiencia indirecta de la naturaleza incorporando materiales naturales y luz natural*



Nota. Elaboración propia. EXPODECO 2023.

### Figura 9

Muestra de incorporación de cuerpos de agua, CASACOR 2023



Nota. Elaboración propia. CASACOR 2023.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Demirkol y Önaç (2024) investigan cómo la integración de elementos biofílicos en las oficinas puede mejorar la productividad y el bienestar de los empleados. De manera similar, Aristizabal et al. (2021) resaltan la importancia de un enfoque multisensorial, y añaden que, además de los elementos visuales, el uso de sonidos naturales, texturas y aromas puede contribuir al bienestar psicológico. Ambos estudios enfatizan en que los espacios de trabajo deben ser diseñados no solo para cumplir una función operativa, sino también para proporcionar experiencias sensoriales y de conexión con la naturaleza que ayuden a reducir

el estrés y mejorar el estado de ánimo de los trabajadores.

Yaseen y Mustafa (2023) examinan cómo la visibilidad de elementos naturales en escuelas puede fomentar la conexión con la naturaleza y mejorar el rendimiento académico. Usando parámetros biofílicos y análisis de sintaxis espacial, sugieren que espacios con acceso a vistas naturales y jardines pueden mejorar la concentración y la satisfacción en el aprendizaje. Estos hallazgos coinciden con investigaciones previas de Ghaziani et al. (2021), quienes también encontraron que los diseños biofílicos en entornos educativos pueden fomentar la creatividad y reducir el estrés en estudiantes y maestros.

Gaekwad et al. (2023) proporcionan un meta-análisis sobre cómo los entornos naturales reducen las respuestas fisiológicas al estrés. Este estudio apoya la TEORÍA DE LA RECUPERACIÓN DEL ESTRÉS y la HIPÓTESIS DE LA BIOFILIA, sugiriendo que los entornos naturales disminuyen significativamente los niveles de cortisol y la frecuencia cardíaca, factores clave en la reducción del estrés. Browning et al. (2014) también respaldan esta perspectiva, identificando patrones de diseño biofílico que ayudan a mejorar la salud mental y el bienestar en diversos entornos.

Barbiero y Berto (2021) proponen que la biofilia es una adaptación evolutiva, y sugieren que la inclinación humana hacia entornos naturales tiene raíces profundas en nuestra historia evolutiva. Este marco teórico es complementado por estudios de Gillis y Gatersleben (2015), quienes revisan la literatura psicológica y sugieren que los entornos naturales contribuyen de manera significativa a la salud psicológica debido a nuestro apego evolutivo con la naturaleza.

## CONCLUSIONES

Los recientes estudios indican que la integración de elementos biofílicos en oficinas mejora la productividad y el bienestar emocional de los empleados. Demirkol y Önaç (2024) destacan que estos elementos aumentan el rendimiento; mientras que Aristizabal et al. (2021) enfatizan en un enfoque multisensorial, el cual incorpore sonidos, texturas y aromas naturales. Estas investigaciones sugieren que el diseño de oficinas debe ir más allá de lo funcional, y favorecer una conexión con la naturaleza que reduzca el estrés y mejore el estado de ánimo de los trabajadores.

La biofilia tiene aplicaciones terapéuticas en hospitales e influye positivamente en la recuperación de los pacientes. Jung, Kim y Kim (2023) demuestran que incluso los entornos virtuales que simulan la

naturaleza producen efectos calmantes en los usuarios, promueven la relajación y reducen la actividad cerebral asociada al estrés. Estos hallazgos destacan la importancia de incorporar elementos biofílicos en entornos clínicos, no solo como una mejora estética, sino para mejorar los resultados de salud.

En el ámbito educativo, el diseño biofílico puede potenciar el aprendizaje y el bienestar de estudiantes y profesores. Yaseen y Mustafa (2023) indican que la presencia de elementos naturales, como vistas y jardines, mejora la concentración y la satisfacción en el aprendizaje. Estos hallazgos coinciden con los estudios de Ghaziani et al. (2021), que concluyen que tales diseños fomentan la creatividad y reducen el estrés, y tienen un impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes y en su bienestar emocional.

La conexión entre los entornos naturales y la reducción del estrés fisiológico está bien documentada. Gaekwad et al. (2023) respaldan la TEORÍA DE LA RECUPERACIÓN DEL ESTRÉS y la HIPÓTESIS DE LA BIOFILIA, y señalan que los entornos naturales reducen significativamente los niveles de cortisol y la frecuencia cardíaca. Estos hallazgos son coherentes con los de Browning et al. (2014), quienes identifican patrones de diseño biofílico que mejoran la salud mental y el bienestar en diversos entornos.

Zhong, Schröder y Bekkering (2022, 2024) señalan que el diseño biofílico mejora el bienestar humano y contribuye a la sostenibilidad. Proponen integrar espacios verdes tridimensionales y tecnologías de construcción ecológica en edificios urbanos densos, y así promover prácticas sostenibles. Este enfoque defiende una arquitectura funcional, sostenible y de fácil mantenimiento, destacando la importancia de soluciones ecológicas que benefician tanto la salud como el medio ambiente.

Zhong, Schröder y Bekkering (2022, 2024) argumentan, también, que el diseño biofílico mejora el bienestar humano y promueve la sostenibilidad. Proponen integrar espacios verdes tridimensionales y tecnologías ecológicas en edificios urbanos densos, abogando por una arquitectura funcional y de fácil mantenimiento. Este enfoque resalta la importancia de soluciones ecológicas que benefician la salud y el medio ambiente.

Si bien se persiguió el objetivo de realizar una revisión sistemática del diseño biofílico, el presente artículo no está exento de algunas limitaciones. Como se señaló, la revisión se centró en estudios sobre biofilia en entornos construidos, y se excluyeron investigaciones en entornos naturales que podrían ofrecer una perspectiva más amplia. Además, los estudios revisados pueden no representar todas las condiciones climáticas y culturales, limitando la generalización de los hallazgos. Por último, se destaca la falta de estudios a largo plazo, lo que dificulta la evaluación de los efectos sostenidos del diseño biofílico en la salud y el bienestar.

Para futuras investigaciones, se sugiere realizar estudios a largo plazo sobre los efectos del diseño biofílico en la salud mental y el bienestar. También es importante ampliar la investigación a diferentes contextos culturales y climáticos, así como aplicar principios biofílicos en entornos urbanos y rurales. Además, se propone explorar la integración de la tecnología con el diseño biofílico para mejorar la sostenibilidad y la experiencia del usuario en los espacios construidos.

Las implicaciones prácticas del artículo son importantes. Como se ha evidenciado, la incorporación de elementos biofílicos en el diseño urbano puede mejorar la calidad de vida, reducir el estrés y fomentar la salud mental en la comunidad. Para constructores y diseñadores, por otra parte, ofrece un marco para integrar prácticas sostenibles, y así desarrollar edificios

más eficientes y agradables. En el ámbito académico, finalmente, se sugiere que las universidades incluyan la biofilia en sus programas de arquitectura y diseño, pues así podrán garantizar que los estudiantes adopten una visión y perspectiva que les permita enfrentar los desafíos propios de la sostenibilidad y el bienestar.

## BIBLIOGRAFÍA

Aabouelela, A. (2023). *Biophilic Design As An Approach Towards Integrating Nature Into The Design Of Residential Units To Improve Human Mental Health And Well-Being Section A-Research Paper Eur. 12, 1985-2006*. Retrieved from

<https://doi.org/10.48047/ecb/2023.12.1.277>

Abdulkadir, J., & Olagunju, R. (2023). *Biophilic Design: Towards Enhancing User's Comfort Via Direct Experience With Nature In High-Rise Residential Building, Abuja, Nigeria*. World, 27(4).

Africa, J., Heerwagen, J., Loftness, V., & Ryan Balagtas, C. (2019). *Biophilic design and climate change: performance parameters for health*. *Frontiers in Built Environment*, 5, 28.

Alam, M. (2023, November). *Biophilic architecture and designs for mental well-being*. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1218, No. 1, p. 012020). IOP Publishing.

Amérigo, M., & Aragonés, J. I. (1990). *Residential satisfaction in council housing*. *Journal of Environmental Psychology*, 10(4), 313-325. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80031-3](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80031-3)

Apaza, M. L. G. (2022). *Biofilia la naturaleza como factor de tendencia en el diseño de una*

vivienda. *Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 20(26), 139-160.

Aristizabal, S., Byun, K., Porter, P., Clements, N., Campanella, C., Li, L., ... & Bauer, B. (2021). *Biophilic office design: Exploring the impact of a multisensory approach on human well-being*. *Journal of Environmental Psychology*, 77, 101682.

Barbiero, G., & Berto, R. (2021). *Biophilia as evolutionary adaptation: An onto-and phylogenetic framework for biophilic design*. *Frontiers in psychology*, 12, 700709.

Bolten, B., & Barbiero, G. (2020). *Biophilic Design: How to enhance physical and psychological health and wellbeing in our built environments*.

Browning, W., Ryan, C., & Clancy, J. (14). *Patrones de diseño Biofílico: mejorando la salud y el bienestar en el entorno construido*. *Terrapin Bright Green*, 2 (1), 4, 52.

Changa, M. M., Ochoa, L. M., & Caballero, G. S. (2023). *Arquitectura biofílica: influencia de su aplicación en el diseño de un centro residencial para el adulto mayor*. *Aporte Santiaguino*, ág-154.

Demirkol, A. K., & Önaç, A. K. (2024). *Integrating biophilic design elements into office designs*. *Ain Shams Engineering Journal*, 102962.

Espejo, P. A., Cabrera, J. E., Espejo, P. A., & Cabrera, J. E. (2023). *Patrones Socioespaciales Y Arquitectura: El Efecto Del Covid-19 En El Espacio Residencial*. *Investigación & Desarrollo*, 23(1), 5-22.

<https://doi.org/10.23881/idupbo.023.1-1i>

Gaekwad, J. S., Sal Moslehian, A., Roös, P. B., & Walker, A. (2022). *A meta-analysis of emotional evidence for the biophilia hypothesis and implications for biophilic design*. *Frontiers in Psychology*, 13, 750245.

Gareca Apaza, M. L. (2022). *Biofilia: La naturaleza como factor de tendencia en el diseño de una vivienda*. *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación*, 20(26), 137-160. <https://doi.org/10.56469/rcti.vol20n26.711>

Ghaziani, R., Lemon, M., & Atmodiwirjo, P. (2021). *Biophilic design patterns for primary schools*. *Sustainability*, 13(21), 12207.

Gillis, K., & Gatersleben, B. (2015). *A review of psychological literature on the health and wellbeing benefits of biophilic design*. *Buildings*, 5(3), 948-963.

Gaekwad, J. S., Moslehian, A. S., & Roös, P. B. (2023). *A meta-analysis of physiological stress responses to natural environments: Biophilia and Stress Recovery Theory perspectives*. *Journal of Environmental Psychology*, 102085.

Heath, O., Jackson, V. & Goode, E. (2018). *Biophilic design guide: Una guía para la arquitectura y el diseño* [PDF]. Recuperado de [https://interfaceinc.scene7.com/is/content/InterfaceInc/Interface/EMEA/eCatalogs/Brochures/Biophilic%20Design%20Guide/Spanish/ec\\_eu-biophilicdesignguide-es.pdf](https://interfaceinc.scene7.com/is/content/InterfaceInc/Interface/EMEA/eCatalogs/Brochures/Biophilic%20Design%20Guide/Spanish/ec_eu-biophilicdesignguide-es.pdf).

Huizi, D., Sulaiman, R., & Ismail, M. A. (2024). *Enhancing children's health and well-being through biophilic design in Chinese kindergartens: A systematic literature review*. *Social Sciences & Humanities Open*, 10, 100939.

Hung, S. H., & Chang, C. Y. (2021). *Health benefits of evidence-based biophilic-designed environments: A review*. *Journal of People, Plants, and Environment*, 24(1), 1-16.

Jung, D., Kim, D. I., & Kim, N. (2023). *Bringing nature into hospital architecture: Machine learning-based EEG analysis of the biophilia effect in virtual reality*. *Journal of Environmental Psychology*, 89, 102033.

- Kabinesh, V., Vennila, S., Baranidharan, K., Ravi, R., Krishnamoorthi, S., & Thirunavukkarasu, M. (2024). *Sustainable Spaces-The Evolution of Biophilic Design in Modern Architecture: A Review*. *Asian Journal of Environment & Ecology*, 23(5), 64-77.
- Kahveci, H., & Göker, P. (2020). *Evaluation of Biophilic Approach in the Design of Residential Sites; Case of Sinpaş Altınoran, Ankara/Turkey*. *Online Journal of Art and Design*.
- Kellert, S. (2008). *Dimensions, elements, and attributes of biophilic design*. In *Biophilic Design* (pp. 3-20).
- Khanzadeh, M. (2024). *Enhancing User Experience In Interior Architecture Through Biophilic Design: A Case Study Of Urban Residential Spaces*. *New Design Ideas*, 8, 137-168. <https://doi.org/10.62476/ndi81137>.
- Lee, E. J., & Park, S. J. (2021). *Toward the biophilic residential regeneration for the green new deal*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2523.
- Martin, R., & Choi, S. (2018). *Biophilic design: An introduction for designers*. *Environment Design Guide*, 1-15.
- McSweeney, J., Johnson, S., Sherry, S., Singleton, J., & Rainham, D. (2021). *Indoor nature exposure and influence on physiological stress markers*. *International Journal of Environmental Health Research*, 31(6), 636-650. <https://doi.org/10.1080/09603123.2019.1679357>
- Mousapour, B. (2023). *Assessment of biophilic design's impact on citizens' residential satisfaction to enhance pro-environmental behavior*. *Architectural Engineering and Design Management*, 1-15. <https://doi.org/10.1080/17452007.2023.2209709>.
- Neale, C., Lopez, S., & Roe, J. (2021). *Psychological Restoration and the Effect of People in Nature and Urban Scenes: A Laboratory Experiment*. *Sustainability*, 13(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/su13116464>
- Orellana, B., López-Hidalgo, A., Maldonado, J., & Vanegas, V. (2017). *Fundamentos de la biofilia y neuroarquitectura aplicada a la concepción de la iluminación en espacios físicos*. *Maskana*, 8, 111-120.
- Organization, W. H. (1990). *Principios de higiene de la vivienda*. *Organización Mundial de la Salud*. Retrieved from <https://iris.who.int/handle/10665/38629>.
- Peters, T., & D'Penna, K. (2020). *Biophilic design for restorative university learning environments: A critical review of literature and design recommendations*. *Sustainability*, 12(17), 7064.
- Ryan, C. O., Browning, W. D., Clancy, J. O., Andrews, S. L., & Kallianpurkar, N. B. (2014). *Biophilic design patterns: emerging nature-based parameters for health and well-being in the built environment*. *ArchNet-IJAR: International Journal of Architectural Research*, 8(2), 62.
- Rosley, M. S. F., Rahman, S. R. A., & Lamit, H. (2014). *Biophilia theory revisited: experts and non-experts perception on aesthetic quality of ecological landscape*. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 153, 349-362.
- Sadick, A. M., Kamardeen, I., & Vu, X. P. (2023). *Challenges for implementing biophilic strategies in Australian building design*. *Journal of Building Engineering*, 74, 106849.
- Tahoun, Z. N. A. (2019, September). *Awareness assessment of biophilic design principles application*. In *IOP Conference Series: Earth and*

Environmental Science (Vol. 329, No. 1, p. 012044). IOP Publishing.

Ulrich, R. (1984). *View Through a Window May Influence Recovery from Surgery*. Science (New York, N.Y.), 224, 420-421. <https://doi.org/10.1126/science.6143402>.

Vizioli Libório, F. H., Bortoleto, L. A., Inglesis Barcellos, E. E., & Botura Jr, G. (2023). *Neuroarchitecture and Design in Home Office: Guidelines for Projects and Workspace Adaptations*. Revista de Arquitectura (Bogotá), 25(2), 110-122.

Vujcic, M., Tomicevic-Dubljevic, J., Grbic, M., Lecic-Tosevski, D., Vukovic, O., & Toskovic, O. (2017). *Nature based solution for improving mental health and well-being in urban areas*. Environmental Research, 158, 385-392. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.06.030>.

Wijesooriya, N., Brambilla, A., & Markauskaite, L. (2023). *Biophilic design frameworks: A review of structure, development techniques and their compatibility with LEED sustainable design criteria*. Cleaner Production Letters, 4, 100033.

Yaseen, F. R., & Mustafa, F. A. (2023). *Visibility of nature-connectedness in school buildings: An analytical study using biophilic parameters,*

*space syntax, and space/nature syntax*. Ain Shams Engineering Journal, 14(5), 101973.

Yin, J., Zhu, S., MacNaughton, P., Allen, J. G., & Spengler, J. D. (2018). *Physiological and cognitive performance of exposure to biophilic indoor environment*. Building and Environment, 132, 255-262.

<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.01.006>

Zhong, W., Schröder, T., & Bekkering, J. (2022). *Biophilic design in architecture and its contributions to health, well-being, and sustainability: A critical review*. Frontiers of Architectural Research, 11(1), 114-141.

Zhong, W., Schröder, T., & Bekkering, J. (2024). *Implementing biophilic design in architecture through three-dimensional green spaces: Guidelines for building technologies, plant selection, and maintenance*. Journal of Building Engineering, 92, 109648.

Zhong, W., Schroeder, T., & Bekkering, J. (2023). *Designing with nature: Advancing three-dimensional green spaces in architecture through frameworks for biophilic design and sustainability*. Frontiers of Architectural Research, 12(4), 732-753.