



DISEÑO BIOFÍLICO

APLICACIÓN AL DISEÑO OPTIMIZADO DE LAS INSTALACIONES

ALBA BELTRE ORTEGA
Tutora: Carmen Sánchez-Guevara
ETSAM TFG Aula 2

DISEÑO BIOFÍLICO

APLICACIÓN AL DISEÑO OPTIMIZADO DE LAS INSTALACIONES

Autora: Alba Beltre Ortega

Tutora: Carmen Sánchez-Guevara

TFG ETSAM Aula 2

08 Junio 2020

Imagen de la portada: Casa dos Arcos de João Filgueiras Lima

© Joana França

RESUMEN

La naturaleza normalmente se encuentra desligada al entorno en el que desarrollamos nuestras actividades día a día. En este contexto, surge el diseño biofílico, corriente que tiene como objetivo la incorporación de naturaleza en espacios urbanos e interiores pero yendo un paso más allá. Se analizan las sensaciones que la naturaleza provoca en nosotros y los beneficios que este contacto genera con el objetivo de poder incluirlos en la arquitectura.

El objetivo de este estudio es usar las instalaciones como medio de introducción del diseño biofílico. Con este fin, la pregunta de investigación es la siguiente: *¿Cómo podemos conducir los proyectos hacia una variante biofílica usando las instalaciones?*

Tras la recopilación de distintas estrategias que suministran servicios a las construcciones y que a la vez se relacionan con los conceptos del diseño biofílico podemos llegar a una conclusión. La pregunta de investigación se responde a través de una guía, que según las limitaciones de nuestro proyecto, nos conducirá en los distintos pasos a seguir para poder llevar a cabo una modificación de carácter biofílico incorporando instalaciones de diseño optimizado.

Palabras clave: biofilia, sostenibilidad, bienestar, naturaleza, instalaciones y diseño.

ÍNDICE

Resumen.....	4
1 Introducción	7
1.1 Definición del diseño biofílico	7
1.2 Objetivo del trabajo	7
1.3 Instalaciones biofílicas.....	8
2 Origen y desarrollo.....	11
2.1 Origen del diseño biofílico.....	11
2.2 Contexto actual.....	13
2.2.1 Sostenibilidad y sellos sostenibles.....	14
2.2.2 Beneficios	16
2.3 Patrones y directrices	17
3 Casos de estudio.....	21
3.1 Fichas	21
3.2 Estudios complementarios	21
3.3 Reflexión	22
3.3.1 Instalaciones.....	23
3.3.2 Elementos.....	23
3.3.3 Localización, uso y año	24
3.3.4 Tablas de intervenciones según tipo de instalación	25
3.3.5 Tablas de estrategias según tipo de elemento	31
4 Propuesta	37
4.1 Guía de aplicación del diseño biofílico.....	40
Conclusiones	45
Listado de referencias	47
Apéndice.....	50
Lista de tablas.....	50
Lista de figuras	50
Anexo I.....	52
Anexo II.....	68

***La naturaleza no tiene que ser víctima de nuestra felicidad,
tiene que ser cómplice.***

– Anónimo

1 INTRODUCCIÓN

1.1 DEFINICIÓN DEL DISEÑO BIOFÍLICO

El diseño biofílico es una tendencia que surge a partir de la biofilia, la cual, etimológicamente descrita, se trata del amor por la humanidad y la naturaleza.

La hipótesis de la biofilia, introducida por Edward O. Wilson en su libro *Biofilia*, habla de la afinidad innata por todo lo viviente, la necesidad de afiliarse con otras formas de vida. Es decir, el sentido de conexión con la naturaleza y la vinculación emocional con otros sistemas vivos, con el hábitat y con el entorno.

Estas ideas, unidas a la arquitectura y al diseño, hacen que surja el concepto de diseño biofílico, corriente arquitectónica que busca reestablecer los vínculos entre la naturaleza y el ser humano con el objetivo de ayudar a que las personas se sientan mejor y conecten con el espacio en el que se encuentran.

Podríamos verlo como una remodelación deliberada de la naturaleza para llegar a contribuir a la salud y el bienestar humano. No se trata de pequeñas intervenciones aisladas, como podría ser colocar una fuente o una planta fuera de contexto, sino que, se trata de una inmersión dentro de hábitats donde cada cosa forma parte de un todo interconectado.

Tampoco se trata de conceptos similares como pueden ser la biomimética o la biónica. Ya que la biomimética estudia la naturaleza como fuente de inspiración para solventar problemas que la naturaleza ya ha resuelto, mientras que, en este caso, la biofilia, usa la naturaleza. Así, tampoco se trata de arquitectura biónica, la cual usa la naturaleza como inspiración para un diseño técnico independiente, estas son ideas alejadas de lo que busca el diseño biofílico.

Al tratarse de un término prácticamente reciente, Erich Fromm usa el término "biofilia" por primera vez en 1964, aún existe un poco de confusión con lo que conlleva aplicar este tipo de diseño a los edificios, por eso es conveniente tener claro qué no es el diseño biofílico.

1.2 OBJETIVO DEL TRABAJO

Este trabajo tiene el fin de desarrollar una guía que conduce distintos tipos de proyectos en la elección de soluciones que hibridan entre lo natural y lo artificial, guía la cual tiene el objetivo de marcar las bases de una arquitectura que incorpora el diseño biofílico, usando las instalaciones como elemento de introducción.

Serán las instalaciones convencionales junto con otro tipo de sistemas los que se analizan a la par junto a las directrices del diseño



De arriba abajo: Fig. 1. Academia preparatoria en Hawái, Flansburgh Architects © Flansburgh Architects; Fig. 2. Casa de la cascada, Frank Lloyd Wright © Brandon Sargent/Flickr; Fig. 3. DIYA, SPASM Design Architects, Fuente: archello.com

biofílico, con el objetivo de llegar a una unión de conceptos lo más adecuada posible.

El objetivo considera en todo momento los requisitos de sostenibilidad y bienestar que vienen implícitos en el diseño biofílico, además de incorporar ideas provenientes de otras estrategias como la arquitectura pasiva y bioclimática.

1.3 INSTALACIONES BIOFÍLICAS

Para poder llegar a una aplicación total del diseño biofílico en las instalaciones, he considerado la ampliación del término, renombrándolo como "instalaciones biofílicas".

Al conjunto de instalaciones convencionales se les unen otros sistemas que también entran en la idea del diseño biofílico y que comparten el mismo significado cuando tenemos en cuenta los términos de confort y salud.

Defino las instalaciones biofílicas como el conjunto de redes y equipos, que, diseñados desde el punto de vista del confort y la salud global de las personas, permiten el suministro de los servicios que ayudan a los edificios a cumplir las funciones para los que han sido diseñados.

Surgen como la solución a los problemas asociados a un espacio poco saludable, poco iluminado, mal ventilado, ruidoso, mal climatizado, etc. Estos problemas son más complejos de lo que parece, por eso es importante tener en cuenta que la disposición de estas instalaciones no debe ser aleatoria, debe seguir una línea que comprenda las condiciones ambientales, aportando soluciones específicas de acuerdo con el espacio arquitectónico y sus funciones.

Partiendo de la base de las instalaciones convencionales, como son:

- Ventilación (higiénica y refrescante)
- Climatización
- Salubridad
- Iluminación

Podemos llegar a un listado de instalaciones biofílicas, añadiendo a las anteriores otras instalaciones que comparten la definición anteriormente dada:

- Abastecimiento alimenticio
- Abastecimiento energético
- Sonido

Para poder abordar este conjunto de instalaciones, estudio cada una de ellas, prestando especial interés a sus variantes más naturales:

- **Ventilación:** renovación del aire interior de una edificación mediante extracción o inyección de aire para mejorar la calidad de este y reducir la contaminación no percibida.



De arriba abajo: Fig. 4. Courtyard Residence, Kuklinski + Rappe Architects. Fuente: architectmagazine.com;

Fig. 5. Pulitzer Foundation for the Arts, Tadao Ando © Chaotic Float/Flickr

Soluciones: ventilación natural (cruzada, inducida, enfriamiento por evaporación, etc.), ventilación con aire que proviene de paisajes naturales, grandes láminas de agua o lagos estratégicamente ubicados frente a las corrientes de aire predominante.

- **Climatización:** creación de condiciones óptimas de temperatura, humedad, presión y calidad del aire en espacios interiores habitados.

Soluciones: aire acondicionado vegetal, purificadores de aire vegetales, fuentes o disposición de agua en interiores (p.ej. cortinas de agua), tratamiento de la radiación solar y de los vidrios, chimeneas o similares con función de eliminación de calor, aire natural para el control de la temperatura y aislamiento con paredes vegetales.

- **Saneamiento:** evacuación de aguas, blancas, grises y negras.

Soluciones: reutilización de las aguas grises para el riego de la vegetación, para lavadoras, lavavajillas o aseos, uso en estanques de retención, *impluviums* o aljibes árabes, usos relacionados con la filtración de contaminantes (fitorremediación¹) o para aprovechamiento del compostaje en la agricultura.

Destaca la evacuación de aguas pluviales, la cual se puede hacer a través de una infraestructura verde, la cual consiste en el uso de vegetación, suelos y procesos naturales para la gestión del agua de lluvia y la creación de ambientes más saludables (Infraestructura verde, 2019).

- **Iluminación:** tratamiento de la luz con el fin de permitir que en el espacio de trabajo se alcancen los niveles de intensidad luminosa adecuados.

Soluciones: iluminación natural aprovechando el mayor número de horas posible e iluminación artificial con control cromático. La iluminación biofílica² se presenta como más eficiente, sobre todo si introducimos ventanas de alta calidad. Utilizando un revestimiento especial en las ventanas se puede llegar a admitir mayores niveles de luz sin deslumbramiento ni paso de la radiación.

- **Abastecimiento alimenticio:** disponibilidad de alimentos de acceso directo.

Soluciones: introducción de huertos, bosques comestibles o aplicación del sistema alimentario³.

Los sistemas de abastecimiento alimenticio se ven directamente relacionados con otras estrategias en las que se usan los mismos



De arriba abajo: Fig. 6. Pasona Group Urban Farm, KONO Designs © Luca Vignelli; Fig. 7. Universidad Nacional de Singapur, Multiply Architects © Rory Gardiner.

¹ La fitorremediación es la descontaminación de los suelos, la depuración de las aguas residuales o la limpieza del aire interior, usando vegetales, ya sean plantas vasculares, algas – fitorremediación –. También se incluyen a los hongos – micorremediación –, y por extensión a los ecosistemas que contienen estas plantas. (Nassar, 2019)

² Se ha demostrado que la luz natural biofílica bien integrada aumenta la productividad en un 6-16% [...]. Este aumento en la iluminación utilizable puede minimizar el uso de iluminación artificial en un 50-80%, reduciendo drásticamente la dependencia de una instalación de combustibles fósiles. (Greathouse, 2017)

³ Cadena de actividades que va desde la producción hasta el consumo de alimentos. (La importancia de una mejor disponibilidad de alimentos en el hogar, 2020)

elementos, por ejemplo, el uso de bosques comestibles ayudará a su vez a la climatización por el carácter refrescante de la vegetación.

- **Abastecimiento energético:** aprovisionamiento de los recursos energéticos necesarios para el desarrollo de actividades y el funcionamiento del edificio (Abastecimiento energético, 2020).

Soluciones: paneles solares (fotovoltaicos o de vegetación como musgo), molinos de viento, turbinas, geotermia o biomasa.

Un aprovechamiento correcto de energías renovables y amables con el medio ambiente, pueden llegar a proporcionar la mayor o la totalidad de la cantidad de energía necesaria en un edificio.

- **Sonido:** instalaciones que tienen como objetivo mejorar las condiciones acústicas en el interior de los locales.

Soluciones: uso de elementos naturales para bloquear el ruido en espacios interiores, por ejemplo, cortinas de agua, vegetación o selección de materiales naturales específicos.

Los sonidos que evocan a la naturaleza como el provocado por agua o por animales también estarían dentro de esta instalación, ya que desde el punto de vista biofílico, reduce el estrés y genera un bienestar notable. Indirectamente, estos sonidos se llegan a generar tras la introducción de elementos biofílicos para otro tipo de instalaciones.

Es necesario tener en cuenta que existen climas en los que no es posible usar sistemas naturales y nos vemos obligados a usar sistemas artificiales o mecánicos. Aun así, en la mayoría de los ecosistemas se pueden usar sistemas pasivos.

2 ORIGEN Y DESARROLLO

En este capítulo paso a analizar los antecedentes y conceptos del diseño biofílico, recalcando su origen, así como las personas importantes relacionadas con el tema hasta el estado actual.

2.1 ORIGEN DEL DISEÑO BIOFÍLICO

El diseño biofílico es más o menos reciente, como he indicado anteriormente, fue Erich Fromm quien en 1964 inventa el concepto de biofilia, concepto que se ha ido desarrollando poco a poco de la mano de distintos teóricos. Será a partir del 2010 cuando empieza a ganar popularidad.

Aunque hoy en día tampoco se encuentra tanta información sobre este concepto, ya que se trata de un término reciente, si podemos recurrir a otras referencias históricas de origen más indirecto como pueden ser los baños de bosque de la tradición milenaria japonesa o a referencias que existían antes que el término, como pueden ser los jardines colgantes de Babilonia.

Cuando el psicoanalista Erich Fromm usa por primera vez el concepto de biofilia, la define como el amor por la vida en su libro *The Anatomy of Human Destructiveness* (1973).

En sus libros, habla de la necrofilia⁴, ya que se trata del antónimo de la biofilia y usa este término para expresar qué no es. Nos explica que cuando se fomenta una vida carente de estímulos o de cambios, acaba convirtiéndose en una rutina que persigue la muerte en vez de la vida.

Para Fromm, el ser humano está directamente relacionado con la naturaleza porque es un resultado de ella:

Fromm cree que el ser humano es producto de la evolución natural de las especies, por lo que forma parte de la naturaleza a la vez que la trasciende por estar dotado de razón y de conciencia de sí mismo. (Eckardt Horney, 1992)

Expresa que las normas biofílicas serán las que aportan un crecimiento espiritual y un bienestar óptimos, lo contrario que aporta una vida fría y mecánica fomentada por la necrofilia.

Más tarde, en el año 1972, Everett Conklin, diseñador y horticultor, publica *Man and Plants: a Primal Association* artículo donde se empieza a ver la biofilia como un concepto relacionado con el diseño. Plantea la teoría de que el hombre está genéticamente programado para estar cerca de espacios verdes con plantas en continuo crecimiento (Zazzera, 2015).

Conklin dice que el hombre suele estar menos feliz cuando está en espacios que no contienen nada natural y que el vínculo hombre-

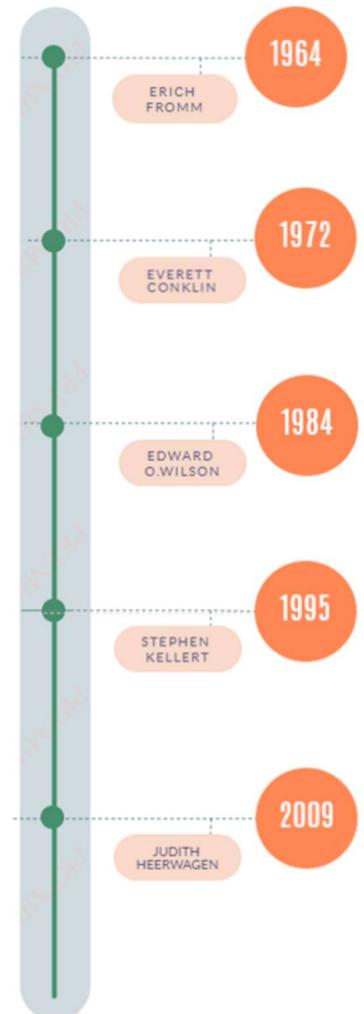


Fig. 8. Línea del tiempo de personas importantes en la biofilia. Fuente: elaboración propia.

⁴ Atracción por la muerte o por alguno de sus aspectos. Según la R.A.E.



Fig. 9. Fundación Ford, Kevin Roche.
Fuente: metalocus.es

flora es innato, por eso será uno de los pioneros en introducir plantas en el interior de edificios públicos, una de sus intervenciones más conocida se realiza en el edificio de la fundación Ford (Fig. 9).

Hemos visto como Erich Fromm define la biofilia desde el punto de vista psicológico y moral y como Everett Conklin parece introducir el término en el diseño, pero más tarde, será Edward O. Wilson el que se encargará de definir la biofilia desde el punto de vista de la biología, siendo también, el que popularizará el término.

Wilson, biólogo especializado en evolución, desarrolla lo planteado por Fromm y plantea la hipótesis de que el contacto con la naturaleza es esencial para el desarrollo psicológico humano.

Fundamentando su teoría en un juicio filogenético⁵ que sostiene que los millones de años durante los cuales el Homo sapiens se relacionó con su entorno de manera estrecha, creó una necesidad emocional profunda y congénita de estar en contacto cercano con el resto de los seres vivos. La satisfacción de ese deseo vital, dice Wilson, tiene la misma importancia que el hecho de entablar relaciones con otras personas. (Biofilia y Arquitectura, 2020)

En su libro *Biophilia* (Fig. 10) habla de una administración ambiental basada en la dependencia práctica de las personas en la naturaleza, sobre todo de los servicios ecológicos que proporciona, servicios como el suelo o el agua limpia.

Stephen R. Kellert se unirá a Edward Wilson para desarrollar la hipótesis de la biofilia en un libro llamado *The biophilia hypothesis* (Fig. 11), donde darán una nueva definición de la biofilia, la innata afinidad humana por la naturaleza, la necesidad de unirse a otras formas de vida, otros sistemas vivos.

La necesidad humana de la naturaleza está vinculada no sólo a la explotación material del medio ambiente, sino también a la influencia de la naturaleza en nuestro bienestar emocional, estético, cognitivo e incluso en el desarrollo espiritual. (Kellert & Wilson, 1993)

Kellert define las experiencias y atributos del diseño biofílico, enumera las distintas relaciones innatas que el ser humano comparte con la naturaleza en su libro *The Practice of Biophilic Design* en el que también habla de los principios y los beneficios del diseño biofílico, los cuales incidiré más adelante.

Encontramos muchos otros teóricos que hablan del tema como es el ejemplo de Judith Heerwagen, psicóloga que colabora con el

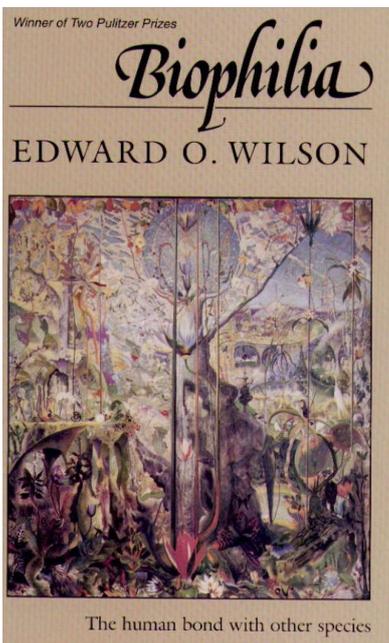


Fig. 10. Portada del libro "Biophilia" de Edward O. Wilson.
Fuente: nhbs.com

⁵ Origen y desarrollo evolutivo de las especies, y en general, de las estirpes de los seres vivos. (Real Academia Española)

sello sostenible WELL y que presenta la biofilia como una guía funcional de cómo comportarse, usar y disfrutar los recursos naturales.

Todas estas personas mencionadas serán los que marcan las bases de este trabajo y gracias a ellos, sabemos qué es realmente el diseño biofílico.

En cuanto a las referencias de origen más indirecto, cuando recurrimos a otras culturas nos damos cuenta de que la biofilia está presente a ellas. Un claro ejemplo son las tradiciones de las culturas indígenas que se centran en cuidar la tierra, estas culturas mantienen sus creencias mientras en las naciones occidentales hace ya tiempo que nos alejamos de la naturaleza.

Encontramos motivos naturales en la gran mayoría de edificios históricos, por ejemplo, las hojas de acanto que adornan los templos griegos, los patios de la Alhambra (Fig. 12), la esfinge egipcia o los cuencos de porcelana de la antigua China entre muchos otros.

Pero si hay un país que destaca por implementar los beneficios del contacto con la naturaleza, es Japón, ya que usa un programa de salud nacional para practicar baños de bosque⁶ (Fig. 13), un uso de la naturaleza muy relacionado con la biofilia.

Con estas referencias queda claro que el diseño biofílico no es un nuevo fenómeno, si no, que se trata más bien de una aclaración de la historia y de la intuición humana.

2.2 CONTEXTO ACTUAL

Actualmente, más de la mitad de la población vive en ciudades, se calcula que en 2050 el 80% de la población viva en estas (Ursa Herguedas & Ursa Bartolomé, 2019). Desde la revolución industrial se rompe la relación con la naturaleza y las ciudades dejan de tener proximidad con ella. Se convierten en lugares en los que solo vemos cemento, asfalto, metales y vidrio.

A esto se le suma el aumento de personas con enfermedades relacionadas con el estrés, provocadas generalmente por la presión del entorno urbano, la gran presencia tecnológica y la desconexión con la naturaleza.

Mediante la investigación se ha demostrado que incorporar elementos directos o indirectos de la naturaleza en el entorno construido reduce el estrés, los niveles de presión arterial y las frecuencias cardíacas, a la vez que aumenta la productividad, la

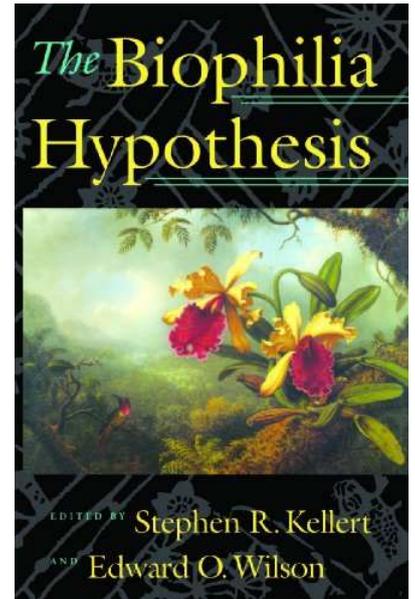


Fig. 11. Portada del libro "The Biophilia Hypothesis" de Stephen Kellert y Edward Wilson.



De arriba abajo: Fig. 12. La Alhambra de Granada © Jenny Reisinger/Flickr; Fig. 13. Baños de bosque en Sagano (Kioto). Fuente: japanhoppers.com

⁶ El baño de bosque, también conocido como Shinrin Yoku, es una práctica que consiste en pasar tiempo en el bosque, con el objetivo de mejorar la salud, el bienestar y la felicidad. El término viene de su principio más importante: es beneficioso bañarse y sumergirse en la atmósfera del bosque. (Shinrin Yoku (Baño de bosque), 2020)



Fig. 14. Gardens by the Bay en Singapur, ciudad sostenible © Mikel Bilbao/Age Fotostock.

creatividad y los datos de bienestar. (Biophilic Design - Connecting with nature to improve health & well being, 2020)

Hoy en día y en ciertos casos, se puede llegar a hablar de ciudades biofílicas, ciudades con un nuevo modelo de desarrollo urbano donde la naturaleza está presente en forma de espacios verdes proporcionándonos salud. Se intenta acercar de nuevo la naturaleza al ser humano, a través de la arquitectura y haciendo que el hombre empiece a conocer cómo cuidarla.

Es algo que se tiene que recuperar, ya que se puede decir que se ha producido una pérdida del respeto por el mundo natural, algo que llega con el aumento de la dependencia a la tecnología. Desde hace ya un tiempo, deja de estar tan presente el deseo de interactuar con el mundo natural.

Aunque, desde otro punto de vista, al mejorar la tecnología y los materiales usados en los espacios biofílicos, también aumentan los beneficios que estos espacios aportan. Por eso, en la última década se ha visto un aumento continuo de la práctica del diseño biofílico. Se empieza a incorporar, generalmente por su contribución a una mejora de la calidad del espacio interior y por su conexión con el lugar.

Un ejemplo de tecnología relacionada con el diseño biofílico es el uso de vidrios dinámicos, estos vidrios son capaces de oscurecerse gradualmente para proteger el interior de la luz solar directa, pero a la vez se mantienen las vistas y la conexión con el exterior (Oakey, 2017).

Actualmente, donde vemos más reflejado todos estos conceptos es en la sostenibilidad, serán muchas corrientes relacionadas con la sostenibilidad las que usen ideas del diseño biofílico, sobre todo, lo encontramos más concretamente en sellos sostenibles, como el sello Well, que presenta características que también tienen los principios del diseño biofílico.



Fig. 15. Categorías del sello WELL. Fuente: WELL Certification.

2.2.1 Sostenibilidad y sellos sostenibles

Hoy en día, la arquitectura no puede separarse del concepto de sostenibilidad, sobre todo cuando hablamos desde los puntos de vista medioambiental y bienestar humano.

La sostenibilidad se presenta como el principal modo de vida del futuro, por eso, actualmente se desarrollan herramientas que pretenden conseguirla, como la arquitectura bioclimática, el ecodiseño, la eficiencia energética o el diseño biofílico.

La incorporación inteligente del diseño biofílico, además de proporcionar espacios amables y naturales, ayuda a reducir la huella de carbono. Podemos crear superficies constructivas sostenibles donde los elementos naturales conectan con las personas y aportan un ambiente saludable, así, ayudamos a las personas a la vez que cuidamos del planeta.

Para asegurar que un edificio es sostenible o que se ha realizado a través de una buena ejecución ambiental, surgen los sellos sostenibles, los cuales indican si los compromisos legales se respetan, y si es así, se premia con buena reputación a las obras que van más allá de un buen diseño y una buena ejecución.

A partir de 1990 surgen nuevos sellos de calidad que se centran en las perspectivas de confort y eficacia, un poco alejados de las ideas de energía y emisiones de CO2 que solían tener los sellos hasta entonces. En España, podemos encontrar varios sellos de calidad o certificados de sostenibilidad y eficiencia energética, los más destacados son: BREEAM, VERDE GBCe, LEED, Passivhaus y WELL.

Entre todos los sellos posibles, me centraré en el sello WELL ya que comparte gran cantidad de objetivos con el diseño biofílico. Se trata de una certificación que aparece en 2014 y que se centra exclusivamente en la salud y bienestar de los usuarios habituales de un inmueble. Se trata de «El primer sistema de calificación que se centra exclusivamente en el impacto de los edificios en la salud y bienestar humano.» según WELL.

El sello WELL combina prácticas en diseño y construcción con investigaciones médicas y científicas que se centran en la salud y el bienestar de los ocupantes. Tiene en cuenta aspectos como la calidad del aire, el agua, la nutrición, la luz, el ruido, etc. Pero también tiene en cuenta aspectos menos objetivos y más emocionales, que tienen que ver con la aptitud, la comodidad, los patrones de sueño o el bienestar mental (Un sello de sostenibilidad: certificación WELL, 2020).

Existen 3 niveles de certificación en función del porcentaje de cumplimiento de los requisitos: Plata, Oro y Platino. El único edificio certificado con la categoría Platino – máxima categoría – es el *Phipps Center for Sustainable Landscapes*, en Pennsylvania (EE. UU.) (Fig. 16).

Los conceptos en los que se basa la certificación son:

- **Aire:** busca alcanzar un alto nivel de calidad del aire interior usando estrategias de diseño pasivo, que requieren la intervención humana y que suponen la reducción de procesos mecánicos.
- **Agua:** habla de calidad, distribución y control – para evitar daños en los materiales – del agua dentro de los edificios.
- **Alimentación:** disponibilidad de frutas y verduras en espacios de cultivo que promueven la implementación de una alimentación saludable.
- **Luz:** busca espacios expuestos a la luz que son óptimos tanto visual como mentalmente y que promueven una salud biológica.
- **Movimiento:** promueve la actividad física y una forma de vida activa a través de distintas estrategias de diseño y programas.
- **Confort termal:** a través del diseño y de un sistema mejorado de climatización se busca cumplir con las preferencias térmicas individuales.



Fig. 16. *Phipps Center for Sustainable Landscapes, The Design Alliance Architects @ Denmark Potography Inc.*

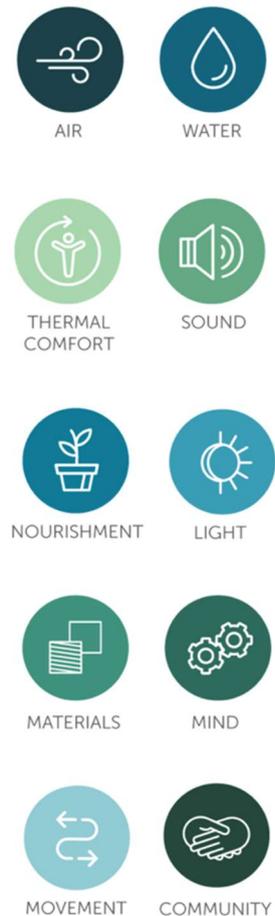


Fig. 17. *Conceptos en los que se basa la certificación WELL. Fuente: WELL Certification.*

- **Sonido:** tiene como objetivo la identificación de los parámetros de confort acústico que dan forma a las experiencias de los ocupantes en el entorno construido.
- **Materiales:** restricción de productos de construcción tóxicos y peligrosos.
- **Mente:** promueve la salud mental con políticas, programas y estrategias de diseño que aborden temas de bienestar cognitivo y emocional.
- **Comunidad:** la intención de este concepto es aportar acceso a los cuidados médicos esenciales, así como a un espacio de trabajo saludable donde la integración y equidad social son requisitos básicos.
- **Innovación:** se promueve el desarrollo de nuevas estrategias de entornos saludables.

(WELL v2, 2020)

Después de haber incorporado sus ideas a más de 1.000 proyectos, el sello WELL ha desarrollado una segunda versión la cual incorpora la experiencia adquirida y los nuevos datos de salud desde el primer lanzamiento del sello en 2014. Esta nueva versión se caracteriza sobre todo por ser más inclusiva, pudiendo abarcar proyectos de todo tipo y de todas partes del mundo.

2.2.2 Beneficios

Como hemos visto anteriormente, habitar en ciudades puede conllevar una serie de consecuencias negativas, incluso para la salud de sus habitantes. Estas consecuencias pueden contrarrestarse con la aplicación de estrategias como el diseño biofílico, la cual conlleva grandes beneficios, sobre todo cuando hablamos de salud y bienestar, pero también se extiende a ideas de sostenibilidad y cuidado del medio ambiente.

El bienestar mental mejorado del diseño biofílico puede aumentar el rendimiento cognitivo. Un estudio de 'oficina saludable' de CBRE 2018⁷ mostró que, cuando se exponía a un mural biofílico, así como a plantas diseminadas por la oficina, el 76% de los participantes se sentía con más energía, el 78% se sentía más feliz y el 65% se sentía más saludable. Los investigadores notaron una mejora del 10% en el rendimiento cognitivo de los participantes. (Parkhurst, Lodi, Chompff, & Cortright, 2018)

El diseño biofílico, junto con muchas otras posibilidades que buscan entornos favorables, se presentan como medidas sencillas y asequibles que tras una práctica regular contribuyen a la mejora del estado de salud.

El teórico Roger S. Ulrich hizo un estudio de la influencia del entorno de los hospitales sobre la salud de los pacientes, con el resultado de que los pacientes que tenían vistas a zonas naturales tendían a recuperarse antes. Él mismo nos habla de la biofilia en el



De arriba abajo: Fig. 18. Oficinas de Amazon The Spheres, NBBJ. Fuente: livingarchitecturemonitor.com; Fig. 19. Lobby del hotel Hudson, Terrapin Bright Green. Fuente: Terrapin Bright Green.

⁷ (CBRE, 2020)

capítulo 3 de su libro *Aesthetic and Affective Response to Natural Environment* (Ulrich, 1983).

La forma más clara de expresar los beneficios que tiene esta estrategia es dividiéndolos por distintos usos del espacio:

- **Oficinas:** la productividad aumenta 8%, los valores de bienestar aumentan 13%, aumenta la creatividad y se reduce el absentismo.
- **Hospedaje:** los huéspedes están dispuestos a pagar 23% más por las habitaciones con vistas a elementos biofílicos.
- **Espacios educativos:** se aumentan los valores de aprendizaje entre el 20% y el 25%, se mejoran los niveles de concentración y atención, reduciendo el impacto del TDAH.
- **Espacios relacionados con la salud:** se reduce el uso de medicina contra los dolores un 22%.
- **Comercios:** la presencia de vegetación y paisajes hace que los clientes estén dispuestos a pagar entre 8% y 12% más por la comida y los servicios.
- **Viviendas:** pueden llegar a volverse más tranquilas, con un 8% menos de crímenes en las áreas con acceso natural. Se aumenta su valor del inmueble entre un 4% y un 5%.



De arriba abajo: Fig. 20. Escuela Raymond & Joanne Welsh Bancroft Mount Laurel Campus, KKS Architects © KSS Architects; Fig. 21. Hospital Khoo Teck Puat, RMJM © Khoo Teck Puat Hospital.

(Hearth, Biophilic Design – Connecting with nature to improve health & well being, 2020)

2.3 PATRONES Y DIRECTRICES

Los patrones y directrices del diseño biofílico, aportados por Stephen Kellert, nos ayudan a poder comprender que conlleva aplicar el diseño biofílico.

Kellert llega a identificar más de 70 mecanismos para conseguir una efectiva experiencia biofílica, experiencia que se clasifica en 3 niveles por los autores William Browning y Jenifer Seal-Cramer:

- Naturaleza en el espacio
- Análogos naturales
- Naturaleza del espacio

(Browning, Ryan, & Clancy, 2014)

La naturaleza en el espacio se refiere a la presencia directa y física de la naturaleza en un espacio, este tipo de experiencias se caracterizan por tener una conexión directa con los elementos naturales desde los puntos de vista de diversidad, movimiento e interacciones multisensoriales. Se consigue incluyendo plantas, agua, animales, brisas, sonidos, olores, etc.

Los análogos naturales hablan de la referencia indirecta de la naturaleza, lo orgánico y los elementos no vivos como puede ser el color, las formas, los patrones encontrados en la naturaleza, etc. Este nivel de experiencia se aprecia sobre todo cuando hay una riqueza de información que sigue un orden y una evolución.

CATEGORÍA	PATRONES BIOFÍLICOS (Variables)
1. Naturaleza en el espacio	- Conexión visual con la naturaleza - Conexión no-visual con la naturaleza - Estimulación sensorial no-rítmica - Variabilidad de temperatura y de corrientes de aire - Presencia de agua - Luz difusa y dinámica - Conexión con los sistemas naturales
2. Analogías naturales	- Formas y patrones biomorficos - Conexión material con la naturaleza - Complejidad y orden
3. Naturaleza del espacio	- Perspectiva - Refugio - Misterio - Riesgo/Peligro

Tabla 1. Patrones biofílicos. Fuente: elaboración propia.

EXPERIENCIA DIRECTA
Luz
Aire
Agua
Plantas
Animales
Ecosistemas y paisajes naturales
Clima
Fuego

Tabla 2. Atributos de experiencia directa. Fuente: elaboración propia.

EXPERIENCIA INDIRECTA
Imágenes de la naturaleza
Materiales naturales
Colores naturales
Movilidad y orientación
Apego cultural y ecológico al lugar
Formas naturalistas
Evocación de la naturaleza
Riqueza de información
Consciencia del paso del tiempo
Geometrías naturales
Biomimética
Simulación de aire y luz natural

Tabla 3. Atributos de experiencia indirecta. Fuente: elaboración propia.

Y por último, la naturaleza del espacio, la cual se refiere a las configuraciones espaciales en la naturaleza. Experiencia que obtenemos con la creación de espacios que siguen configuraciones atractivas de los distintos patrones de la experiencia de la naturaleza en el espacio.

Estas serán las 3 categorías que relacionan a la naturaleza con el diseño, pero en el artículo *The Practice of Biophilic Design* escrito por Stephen Kellert y Elizabeth Calabrese, encontramos una nueva clasificación, directamente relacionada con la anterior y que concreta más en los atributos de aplicación del diseño biofílico:

- Experiencia directa de la naturaleza
- Experiencia indirecta de la naturaleza
- Experiencia del espacio y el lugar

(Kellert & Calabrese, 2015)

Cada tipo de experiencia se refiere a distintos atributos del diseño como se muestra en las Tablas 2,3 y 4.

En este trabajo, yo me centraré en los atributos referidos a la experiencia directa, ya que considero que son los más determinantes para el diseño biofílico al referirse al contacto real con el medio ambiente. Serán también los más relacionados con las instalaciones.

Uniendo estos principios biofílicos con las instalaciones, encontraremos la posibilidad de hibridación de cada elemento. Surgiendo así los conceptos principales para el análisis.

Para poder realizar una correcta aplicación de los atributos de experiencia directa, a los que me referiré como "elementos" a partir de ahora, procedo a analizarlos uno por uno:

- **Luz**: la luz natural, correctamente manipulada, puede aportar gran calidad a la vida en ciudades con mucha densidad donde la luz es difícil de conseguir. El bienestar visual se alcanza con una buena combinación de calidad y cantidad de iluminación.

Introducción: puede hacerse a través de paños de vidrio o manipulando la luz a través de reflejos.

- **Aire**: es fundamental para conseguir una ventilación natural efectiva, la cual es importante para el confort humano y la productividad.

Introducción: ventanas operables o uso de estrategias mecánicas complejas (instalaciones).

- **Agua**: es esencial para la vida y para la experiencia positiva de un entorno que busca alejar del estrés. Promueve la satisfacción y busca crear espacios saludables. El agua se ve magnificada por los sentidos de la vista, oído, tacto, gusto y por el movimiento.

Introducción: a través de grandes cuerpos de agua, fuentes y acuarios.

- **Plantas:** la vegetación, especialmente las flores, es una de las estrategias más exitosa, ya que su presencia reduce el estrés, contribuye a la salud física, mejora el confort, el rendimiento y la productividad.

Introducción: paisajes abundantes conectados ecológicamente que tienden a centrarse en las especies locales. Pueden usarse con funciones de diseño, climatización o salubridad.

- **Animales:** la interacción con los animales mejora el interés, la estimulación mental y el placer. Su aparición en el entorno construido puede ser desafiante y a veces, algo polémica.

Introducción: comederos, cubiertas verdes, jardines, acuarios, aviarios y uso creativo de las tecnologías.

- **Ecosistemas y paisajes naturales:** normalmente, cualquier tipo de espacio natural, por más simple que sea, es preferido respecto a un espacio artificial. Los ecosistemas funcionales son ricos en diversidad biológica y aportan variedad de servicios ecológicos.

Introducción: humedales, cubiertas verdes, ambientes acuáticos simulados e introducción directa en paisajes naturales.

- **Clima:** la percepción del contacto con el clima en el entorno puede ser estimulante y satisfactorio. A lo largo de la historia ha sido crítico en la salud física y en el sentido de supervivencia.

Introducción: exposición directa a las condiciones exteriores, manipulación de las características del ambiente interior. Este elemento no se considera en el análisis, por tratarse más de un factor determinante de partida que de un elemento de aplicación.

- **Fuego:** este elemento natural es difícil de incorporar en un interior, pero cuando se introduce de una forma correcta puede aportar color, calor y movimiento, todo esto siempre es llamativo para los ocupantes aunque a veces puede llegar a causar ansiedad.

Introducción: chimeneas, simulaciones con luz, color y movimiento.

Más adelante, en los casos de estudio, veremos de una forma más concreta como se pueden aplicar los distintos elementos a la arquitectura y a las instalaciones.

EXPERIENCIA DE ESPACIO Y LUGAR
Perspectiva y refugio
Complejidad organizada
Integración de las partes
Espacios de transición
Movilidad

Tabla 4. Atributos de experiencia de espacio y lugar.
Fuente: elaboración propia.

3 CASOS DE ESTUDIO

Hoy en día encontramos algunos sistemas de acondicionamiento utilizados de forma generalizada que se pueden considerar biofílicos, por eso, con el análisis de distintas construcciones podemos encontrar algunas de estas instalaciones o estrategias biofílicas por desarrollar.

La elección de los distintos casos se basa en dos parámetros:

- Casos que aporten una información suficientemente extensa, concretamente, todos aquellos que tengan 3 o más instalaciones biofílicas.
- Casos singulares que contienen instalaciones o elementos que no se suelen encontrar en la mayoría de los casos. Esto sería el caso del uso de animales o el uso de instalaciones de abastecimiento alimenticio.

FICHA 14

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SINGAPUR - SDE4



Análisis

La Escuela de Diseño y Medio Ambiente (EDeM) se presenta como el primer edificio de "low-carbon" que se construye en Singapur. Su diseño "verde" busca reflejar el espíritu de la escuela de promover la sostenibilidad y el diseño verde a la educación. La sala está de una colección de cajas y plataformas que deben y respetar la disposición programática del edificio.

RESUMEN



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Se presenta como un volumen transparente desde tanto la fachada exterior como interiores con arcos, basando en la conexión entre ellos una respuesta.
- Sistema de enfriamiento controlado por los usuarios.
- Un sistema de "ventilación" que incluye un "torre" de "torres" y un "vórtice" que enfriar las partículas del diseño biofílico.
- Diferentes materiales que se aplican a diferentes niveles y diferentes materiales.
- Uso de luces artificiales que alcanzan valores de alto índice de reproducción cromática.

RELACIONADO CON LA PROPOSTA

- Sistema de control climático de un solo piso que suministra aire fresco (frío) 100% durante una mayor temperatura y humedad del clima que disminuye el diseño de edificios.
- Todos los espacios cuentan con ventanas grandes, permitiendo luz natural en la totalidad de los espacios.
- Ventilación cruzada y natural debido al carácter abierto del edificio. De estar ventilado, torres y torres.
- Puntos estratégicos de diseño permiten la entrada de luz y de aire. Posibilidad de ser desmontado con facilidad. El diseño cuenta y puntual el crecimiento del agua desde el techo, alternando sosteniendo y nutriendo volátiles.
- Integración de grandes instalaciones en la cubierta.

DATOS

Localización: Ciudad de Singapur, Singapur
 Tipo: Universidad
 Superficie: 4.000 m²
 Año de finalización: 2010
 Diseñador/Arquitecto: Archibut, Sans Architects, SDE4, AECOM
 Premios: Certificado WELL Gold

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO

- Luz
- Aire
- Agua
- Plantas
- Animales
- Escalas
- Espacios

INSTALACIONES

- V. Higiéncia
- V. Ventilación
- Climatización
- Sostenibilidad
- Barreración
- Animación
- A. Energética
- Otros

3.1 FICHAS

La aportación consiste en un total de 15 fichas, en cada una se presenta un caso de estudio.

En la parte superior derecha de cada ficha se aporta los datos de localización, uso, superficie, año de finalización, arquitecto/s y premios o certificaciones otorgados al edificio.

En el cuerpo principal de la ficha, la parte izquierda, encontramos un resumen general de la construcción, así como imágenes y algunas de las características a destacar.

Finalmente, en la parte inferior de la ficha, encontramos recuadros todas aquellas ideas que podrán utilizarse más tarde en la definición de la propuesta. Se recogen instalaciones biofílicas y mecanismos compatibles que contiene el edificio.

En el margen derecho se presenta dos listados, uno con los elementos del diseño biofílico y otro con las distintas instalaciones biofílicas. Se marcan en negro las que posee el edificio para una rápida identificación.

Estas fichas se adjuntan en el Anexo I.

FICHA 14

ACADEMIA PREPARATORIA HAWAII



Análisis

Diseñado como centro de educación dedicado al estudio de la energía alternativa, la sala de un edificio biofílico diseñado que funciona con una energía, como todo cuando el diseño del proyecto se refiere a los estudiantes sobre los sistemas de vida sostenible y la conciencia ambiental. Además presenta salas de proyectos, espacios de investigación y laboratorio.

RESUMEN



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Se basa la instalación del espacio exterior con el paisaje.
- Orientación al sur para controlar el movimiento de las paredes solares.
- Uso de plantas de varios tipos para poder mantener las vistas.
- Ubicación estratégica de los espacios interiores que influye la topografía de la zona en la que se encuentra.

RELACIONADO CON LA PROPOSTA

- Se genera energía con placas solares y sistemas de viento de capas y se usan las aguas residuales que genera el edificio y se usan para generar agua caliente (gratuito a los padres de los niños).
- Ventilación natural en todo el edificio. Una persona automática mantiene las condiciones de temperatura y humedad ideales para estar en confort en todo momento. Si es necesario, posibilidad de regulación de flujo de aire.
- Ubicación o barrieteo para aprovechar los vientos del lugar.
- Uso de un sistema de enfriamiento natural que alterna el aire acondicionado. El agua circula por los puntos térmicos por la noche para poder enfriarse y almacenarse en un tanque.
- El control de la luz natural se hace con toldos de diferentes inclinación, control de mallas y persianas orientables.
- Un sistema regula las condiciones interiores con sensores.

DATOS

Localización: Hawaii, Estados Unidos
 Tipo: Educación
 Superficie: 473 m²
 Año de finalización: 2010
 Diseñador/Arquitecto: Chango Architects
 Premios: Certificado LEED Platinum, Certified Living Building Challenge

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO

- Luz
- Aire
- Agua
- Plantas
- Animales
- Escalas
- Espacios

INSTALACIONES

- V. Higiéncia
- V. Ventilación
- Climatización
- Sostenibilidad
- Barreración
- Animación
- A. Energética
- Otros

De arriba abajo: Fig. 22. Ficha n.º 5 de los casos de estudio; Fig. 23. Ficha n.º 14 de los casos de estudio. Fuente: elaboración propia.

3.2 ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

Para poder sacar una conclusión de las anteriores fichas es necesario completar la información con otras estrategias. En este caso, la arquitectura pasiva y la arquitectura bioclimática serán las estrategias que aporten esta información.

La elección de estas dos estrategias se debe a la relación indirecta que comparten con el diseño biofílico. En la Fig. 24 vemos como tienen por una parte muchas claves en común, pero por otra, hay

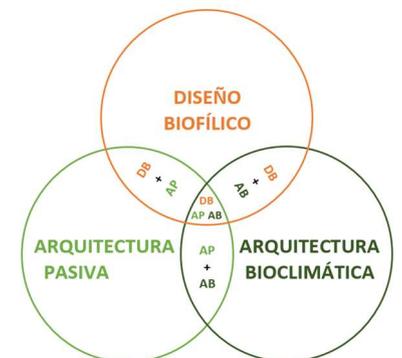


Fig. 24. Comparación entre diseño biofílico, arquitectura pasiva y arquitectura bioclimática. Fuente: elaboración propia.

otras características que no coinciden. Aun así, pueden tener cabida en la propuesta pese a no tratarse de patrones específicos del diseño biofílico.

La arquitectura bioclimática busca aprovechar las condiciones medioambientales en beneficio de los usuarios. Aprovecha los recursos naturales del entorno sobre el que se asienta el edificio para hacer una construcción con el mínimo impacto ambiental.

La arquitectura bioclimática y el diseño biofílico comparten varios conceptos como la relación con la localización y naturaleza del territorio, el proceso de selección de materiales, normalmente ecológicos, el uso del agua, de la luz y del aire o el aprovechamiento de la orientación.

La arquitectura pasiva usa recursos de la arquitectura bioclimática pero concretamente se trata de una estrategia de diseño en la que el objetivo principal es conseguir una eficiencia energética teniendo en cuenta la sostenibilidad y el respeto al medioambiente (Corredera, 2019). Se puede ver como una combinación de un alto confort interior y un consumo de energía casi nulo.

La arquitectura pasiva y el diseño biofílico comparten varios conceptos como el uso de la luz y el aire – tanto simulado como aire natural –, el aprovechamiento de la orientación o la búsqueda de un resultado confortable y saludable.

También es necesario nombrar los conceptos que nunca deben faltar en espacios biofílicos, ya que sin estos, no serían intervenciones efectivas:

- Las exposiciones a la naturaleza siempre deben ser relevantes para la productividad humana, aportando gran impacto en el bienestar humano.
- La experiencia debe ser continuada y en conjunto. Los espacios se deben presentar como una conexión de intervenciones, donde no debe haber plantas aisladas, imágenes o materiales naturales fuera de contexto o que estén desacuerdo con otras características espaciales dominantes.
- La experiencia del usuario debe cambiar al igual que cambia la naturaleza a lo largo del día y de las estaciones del año.
- Los espacios siempre deben ser saludables y deben fomentar las relaciones sociales.

	V. Higiénica	V. Refrescante	Climatización	Salubridad
1	X	X	X	
2			X	
3	X			X
4	X			
5	X	X	X	X
6	X	X	X	
7			X	
8				X
9			X	X
10	X		X	X
11			X	X
12			X	
13	X	X	X	X
14	X	X	X	X
15	X	X		X
T	9	6	11	9

Tabla 5I. Instalaciones por caso de estudio. Fuente: elaboración propia.

	Iluminación	A. Alimenticio	A. Energético	Sonido
1	X			X
2	X		X	X
3			X	
4	X		X	
5	X		X	
6	X			X
7		X		
8		X		
9	X	X	X	
10	X	X		X
11	X			X
12	X			
13	X			
14	X		X	
15	X		X	
T	12	4	7	5

Tabla 5II. Instalaciones por caso de estudio. Fuente: elaboración propia.

3.3 REFLEXIÓN

Las tablas que encontramos en los márgenes (Tablas 5I, 5II, 6I y 6II) recogen el número de instalaciones y elementos que presentan los casos de estudio. Podemos ver los que se repiten más y menos.

En las Tablas 5I y 5II, la instalación que más se repite es la dedicada a iluminación con 12 casos. En el caso contrario, la que está menos presente será la de abastecimiento alimenticio con 4 casos.

Para los elementos, como vemos en las Tablas 6I y 6II, el que menos encontramos es el fuego, ya que no se presenta en ninguno de los casos de estudio, seguido por los animales con 4 casos. El más repetido serán las plantas.

Pasamos a analizar las singularidades más a fondo.

3.3.1 Instalaciones

Como he dicho anteriormente, la instalación que más encontramos serán las dedicadas a la iluminación, seguida por la de climatización. La iluminación, en el diseño biofílico, se caracteriza por poder conseguirse con luz natural, algo que obtenemos sin ir más allá de proporcionar huecos que dan al exterior.

Directamente relacionado con la iluminación, tendremos el elemento luz, en el segundo puesto de los elementos más usados. La cual de una forma u otra siempre está presente en los edificios, tanto natural como artificialmente, sobre todo por el mismo motivo que la instalación de iluminación.

La climatización se encuentra en el segundo puesto, seguramente debido a que existen muchas vías para conseguir la climatización de espacios interiores usando estrategias biofílicas, pudiendo usar tanto vegetación como agua o aire.

La instalación menos repetida es la de abastecimiento alimenticio, con 4 casos, esto se debe a la dificultad de conseguir las condiciones necesarias para el crecimiento de cultivos y plantas comestibles en el interior de un edificio cuyo objetivo principal es conseguir unas condiciones de confort para las personas.

Comparando estos datos con la arquitectura bioclimática y la pasiva, vemos que el resultado es muy parecido, en estas estrategias no se habla de abastecimiento alimenticio, ya que no se considera una instalación convencional. En cuanto a la climatización, se presentan sistemas mecánicos (con uso de recuperadores de calor) y estrategias pasivas que no recurren a elementos naturales.

3.3.2 Elementos

El elemento que más se repite serán las plantas con 13 casos seguido por la luz y el agua con 12 casos cada uno, el primero puede considerarse la expresión más directa del diseño biofílico, ya que es el elemento que más se suele relacionar con la naturaleza, por lo que este puede ser uno de los motivos por los que se implante más en los distintos casos.

En segundo lugar, a parte de la luz, tendremos el agua, su incorporación se presenta de formas variadas, pero normalmente la encontramos relacionada con la idea de recolección de agua de lluvia y reutilización de aguas grises, sistemas con posibilidad de ser aplicados en todos los casos normalmente.

Los animales, el ecosistema y el fuego, ordenados de mayor a menor aparición, son los elementos menos presentes.

	Luz	Aire	Agua	Plantas
1	X	X	X	X
2	X		X	X
3		X	X	X
4	X	X	X	X
5	X	X	X	X
6	X	X		X
7				X
8				X
9	X		X	X
10	X	X	X	X
11	X		X	X
12	X		X	
13	X	X	X	
14	X	X	X	X
15	X	X	X	X
T	12	9	12	13

Tabla 6I. Elementos por caso de estudio. Fuente: elaboración propia.

	Animales	Ecosistemas	Fuego
1		X	
2			
3			
4		X	
5		X	
6			
7			
8			
9	X		
10	X		
11			
12	X	X	
13			
14		X	
15	X	X	
T	4	6	0

Tabla 6II. Elementos por caso de estudio. Fuente: elaboración propia.

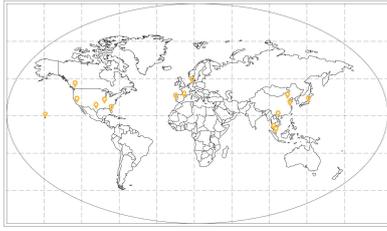


Fig. 25. Mapa con la ubicación de los casos de estudio. Fuente: elaboración propia.

Los animales, pueden verse un poco ajenos a las edificaciones de hoy en día, las cuales se ubican en su mayoría en zonas urbanas, espacios donde los animales no tienen mucha cabida. La aparición de animales en ciudades supondría un malestar para estos, ya que no se encuentran elementos de su hábitat común. Cuando los animales se introducen en la ciudad y en espacios interiores, podemos llegar a hablar de las malas condiciones de vida en las que se encuentran por el simple hecho de estar en espacios que solo presentan obstáculos para ellos.

En cuanto al ecosistema, surge lo mismo que con los animales, hoy en día, al desarrollarse la vida en la ciudad mayoritariamente, no contamos con un ecosistema natural, por eso este elemento solo lo encontramos en los casos de estudio alejados de las zonas urbanas o aislados de otras edificaciones.

La mayor singularidad se presenta cuando hablamos del fuego, ya que ninguno de los casos cuenta con él, esto se debe a que en los edificios sostenibles la combustión de materiales para producir energía se termina. Los espacios que una vez ocupó el fuego se convierten en redundantes, y el propósito que históricamente tenía el fuego, se consigue con procesos externos. El calor producido por el sol y la tierra reemplaza a la combustión (Zografos, 2019).

CONTINENTE	PAÍS	N.º
ASIA	Malasia	1
	China	3
	China	5
	Singapur	7
	Japón	8
	Vietnam	9
EUROPA	Alemania	2
	Portugal	6
	España	10
AMÉRICA	EE. UU.	4
	EE. UU.	11
	EE. UU.	12
	EE. UU.	13
	EE. UU.	14
	Canadá	15

Tabla 7. Localización de los casos de estudio. Fuente: elaboración propia.

3.3.3 Localización, uso y año

Pasando a analizar las características generales de los casos de estudio, me centro en su localización (Fig. 25 y Tabla 7), el uso del edificio (Tabla 8) y el año de realización (Fig. 26).

La mayoría de los casos estudiados se dan en Asia y en América, sobre todo en Estados Unidos. No considero que sea una determinación de gran importancia ni que se deba a nada en concreto. Pero se puede destacar que la mayoría de los casos tienen localización en climas templados, lo que nos lleva a indicar que en climas fríos y cálidos, el uso de estas estrategias debe ser más concreto y cuidadoso.

USO	N.º
FÁBRICA	1
RESIDENCIAL	2
OFICINAS	3
	4
	6
	7
	8
	11
CAFETERÍA	12
EDUCACIÓN	9
	5
VARIADOS	13
	14
	10
	15

Tabla 8. Usos de los casos de estudio. Fuente: elaboración propia.

El uso que más se repite es el de oficinas, esto puede deberse a la disponibilidad de recursos al tratarse en su mayoría de espacios ocupados por empresas de gran prestigio, es decir, con capacidad de invertir en estas ideas y de proporcionar espacios más actualizados al contexto histórico.

Todos los casos se dan a partir del 2010, la mayoría en 2015, lo que nos indica esto es que puede que las técnicas e instalaciones usadas no se hayan podido desarrollar hasta los últimos años, cuando el diseño biofílico se ha popularizado. Algo que también influye, seguramente, es que la aparición del concepto de diseño biofílico no se da hasta el año 1972, y la definición de las dimensiones y los atributos no son definidas hasta 1995 por Stephen Kellert. Nos lleva a pensar, que hasta que no se ha generado un desarrollo completo de esta corriente, no se ha aplicado.

Después de analizar los aspectos generales de los casos de estudio y de analizar otras estrategias que se pueden incluir en la

propuesta, realizo las siguientes tablas en las que se recogen las distintas estrategias para llevar a cabo las instalaciones biofílicas.

3.3.4 Tablas de intervenciones según tipo de instalación

A continuación, para cada instalación, se indican las distintas intervenciones, tanto de los casos de estudio (color naranja oscuro) como de otras estrategias (color naranja claro). Una pequeña descripción con los detalles de la intervención acompañado con el número de la ficha del caso de estudio del que se ha obtenido (cuando procede).

En estas tablas destacan varias singularidades:

- **Ventilación:** apenas se repite el uso de láminas de agua exteriores que aporten brisas frescas.
- **Climatización:** normalmente se presenta el uso de sistemas híbridos, donde el mecanismo de climatización se presenta como una alternativa en caso de que no sea suficiente el sistema natural.
- **Salubridad:** la reutilización de agua de lluvia y de aguas grises es posible en cualquier caso, siempre y cuando se realice un tratamiento de estas.
- **Iluminación:** gran efectividad de los huecos en cubierta unido a los espacios de dobles alturas, ya que reparten luz a todas las zonas y plantas.
- **Abastecimiento alimenticio:** la agricultura hidropónica es el sistema de más fácil implementación, ya que no supone sistemas complementarios para su cuidado.
- **Abastecimiento energético:** los paneles solares fotovoltaicos siempre son la mejor opción para generar energía. Pero destaca el uso de algas, que generan biomasa y, visualmente, se aprecia como un elemento más natural y acorde con el diseño biofílico.
- **Sonido:** las plantas, tanto como en la fachada como en el interior, aportan beneficios acústicos y pueden llegar a ser igual de efectivos que un aislamiento acústico convencional.

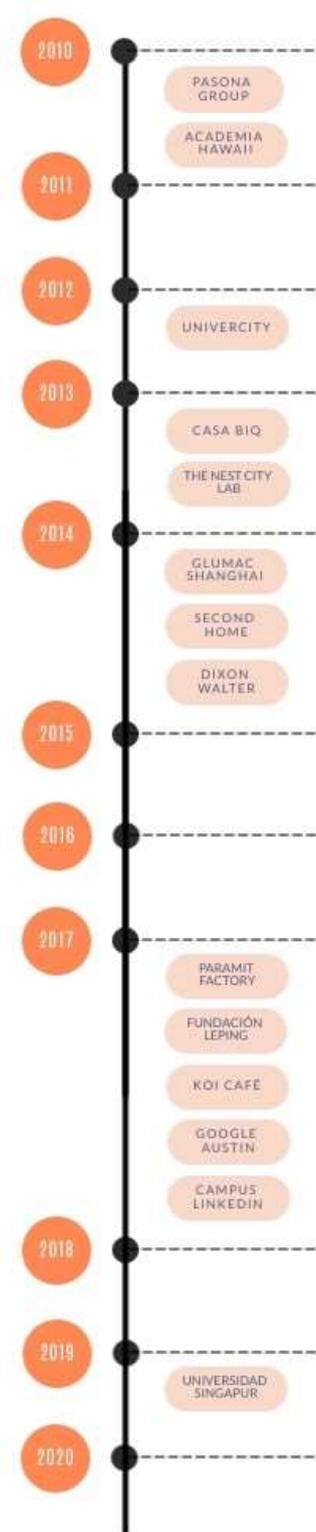


Fig. 26. Línea del tiempo con el año de realización de los casos de estudio.
Fuente: elaboración propia.

INSTALACIONES BIOFÍLICAS	INTERVENCIONES	N.º FICHA	DETALLES
VENTILACIÓN  	Rejillas o celosías	1	Ventilación natural con rejillas de vidrio ajustables en las paredes que dan al patio.
		5	Paneles modulados de aluminio perforado permiten la entrada de luz y de aire.
		14	Ventilación natural controlada por unas persianas automáticas que mantienen los niveles de temperatura y humedad relativa para mantener el confort en todo momento. Si es necesario, existe la posibilidad de inducir flujo de aire.
		15	Las paredes se pliegan y se despliegan en función de la temperatura y del viento. Se captura brisa fresca en verano y se bloquea en invierno.
	Láminas de agua	4	Posición estratégica junto al lago para aportar brisas frescas.
	Ventilación cruzada y edificio de carácter abierto	5	Ventilación cruzada y natural debido al carácter abierto del edificio, se usan verandas, terrazas y balcones.
		6	Uso de ventilación natural cruzada.
		10	Todos los espacios presentan ventilación natural cruzada gracias a ventanas operables y a la cubierta de cristal móvil (tipo invernadero).
		15	Una cúpula central sirve como punto de extracción del aire caliente que sube.
	Posición estratégica	14	Ubicación a barlovento para aprovechar los vientos predominantes.
Otras estrategias	Sistema con recuperador de calor	-	Renovación del aire a través de un sistema de ventilación con un recuperador de calor (ventilación mecánica que permite que se esté renovando el aire interior continuamente). Uso de pequeñas estufas en vez de radiadores tradicionales.
	Hermeticidad de la envolvente	-	Estanqueidad al aire/hermeticidad de la envolvente para conseguir una alta eficiencia del sistema de ventilación mecánica.
	Free cooling ⁶	-	Aprovechamiento del descenso de la temperatura exterior en verano. A través de la inercia térmica de los muros, podemos conseguir mantener la temperatura interior dentro de los límites de confort sin necesidad de otros sistemas activos.
	Gran número de aberturas	-	En regiones calientes, multiplicar el número de ventanas para conseguir luz natural y ventilación natural. Se busca una fachada que juegue con distintos elementos, como balcones, tamaños de ventanas, número, ubicación e inclinación.

INSTALACIONES BIOFÍLICAS	INTERVENCIONES	N.º FICHA	DETALLES
SONIDO 	Aislamiento en fachada	2	Uso de sistema de algas para aislar del sonido gracias al agua encerrada entre dos capas de vidrio.
	Reducción de ruido	6	Uso de plantas para disminuir el ruido generado en el espacio.
	Introducción de sonidos naturales	11	Sistema sonoro con elementos de paisaje para distinguir espacios, creando distintas transiciones entre las zonas.

INSTALACIONES BIOFÍLICAS	INTERVENCIONES	N.º FICHA	DETALLES
CLIMATIZACIÓN 	Vegetación	1	Vegetación que ayuda a reducir la carga de enfriamiento del edificio dando sombra.
		9	La presencia de vegetación aporta un ambiente fresco.
		10	Un bosque comestible ayuda a regular la temperatura.
		10	Presencia de fachadas vegetales con distintos sistemas de riego que aportan un ambiente fresco.
	Agua en espacios interiores	1	Estanques de retención de agua se presentan en el vestíbulo en forma de cascada, aumentando los sonidos y los sentidos.
		9	La presencia de agua (cascadas) aporta un ambiente fresco.
		11	Una cascada de agua recogida por el sistema de climatización recorre varios pisos, aportando las condiciones del ecosistema húmedo de la ciudad en la que se encuentra el edificio.
	Sistemas híbridos	5	Sistema de enfriamiento híbrido de un solo paso que suministra aire fresco filtrado 100% obteniendo una mayor temperatura y humedad, así como una disminución del dióxido de carbono.
		7	Se utiliza un sistema de control climático para controlar la humedad, la temperatura y el flujo de aire en el edificio, asegurando condiciones adecuadas tanto para empleados como para las distintas especies de la granja.
		13	Durante el invierno, la unidad de recuperación de calor proporciona aire 100% natural a cada espacio a través de difusores de ventilación por desplazamiento. El aire caliente sale por el núcleo (espacio de mayor altura).
Otras estrategias	Enfriamiento radiante	14	Uso de sistema de enfriamiento radiante como alternativa al aire acondicionado. El agua circula por los paneles térmicos por la noche para poder enfriarse, después se almacena en tanques.
	Aprovechamiento radiación solar	-	Aprovechamiento máximo de la luz y la radiación solar (orientación que reduzca las necesidades energéticas de calefacción y refrigeración y exposición a la luz solar).
	Alto aislamiento térmico	-	Alto aislamiento pero que a la vez permita una buena circulación de aire (para reducir las pérdidas de calor en invierno y ganancias en verano, es decir, reducir la demanda de energía para climatización).
	Huecos de altas prestaciones	-	Uso de ventanas y puertas de altas prestaciones (ya que son el elemento más débil de la envolvente de un edificio). Conviene que las ventanas sean de doble o triple vidrio, rellenas de un gas inerte (vidrio por ser bajo emisivo).
	Forma regular y diseño compacto	-	Forma regular y diseño compacto para que no se pierda energía. Forma que se adapte al entorno natural.
	Muros gruesos	-	Los muros gruesos retardan las variaciones de temperatura debido a su inercia térmica.
	Doble piel	-	Diseño de la envolvente del edificio conformando dos capas continuas y ventiladas, la capa exterior sirve de protección solar para que la capa interior se mantenga aislada. Al ventilar la cámara de aire entre ambas capas conseguimos protegernos tanto de la radiación solar como del calor que almacenaría la envolvente.

	Efecto chimenea	-	A través de cubiertas curvas, con extensiones grandes y diferentes, repetidas sucesivamente, los ambientes se ventilan mediante la liberación de aire caliente e impurezas a través de las aberturas superiores, garantizando también luz natural.
	Inercia térmica	-	Las edificaciones con gran inercia térmica mantienen la temperatura interior más estable, mejorando la eficiencia energética. Esta propiedad depende de la masa, del calor específico de los materiales y del coeficiente de conductividad térmica.
	Muros y suelos acumuladores térmicos	-	Aprovechamiento de los aportes directos de radiación solar para convertirlos en calor, almacenarlo en su interior y liberarlo de manera diferida en el tiempo.
	Muro parietodinámico	-	Aprovechamiento de la radiación solar para calentar una cámara acristalada, generando un movimiento de convección que introduce aire caliente en la estancia contigua a través de una serie de compuertas.
	Invernadero adosado ⁷	-	Ayuda a mantener las condiciones de confort higrotérmico, controlando la temperatura y la humedad.
	Cubierta estanque ⁸	-	En invierno, al recibir radiación solar durante el día, el agua se calienta, calentando la vivienda. En verano funciona como enfriamiento evaporativo.
	Pozos canadienses ⁹	-	Redes de tuberías dispuestas en el subsuelo que se sirven de la inercia térmica para reducir el salto térmico.
	Enfriamiento por evaporación	-	El pasar por láminas de agua el viento sigue con un cierto porcentaje de humedad, garantizando frescura a los climas áridos.

INSTALACIONES BIOFÍLICAS	INTERVENCIONES	N.º FICHA	DETALLES
A. ENERGÉTICO 	Generación de biomasa	2	Uso de algas para generar biomasa (paneles de vidrio repletos de microalgas que se cultivan a base de luz, agua, nutrientes y dióxido de carbono).
	Absorción de radiación solar	2	Recolección de energía absorbiendo la luz que no absorben las algas y convirtiendo esta en calor.
	Paneles solares	4	Paneles fotovoltaicos se distribuyen por toda la cubierta y se busca aportar la mayoría de energía al edificio.
		5	Integración de paneles fotovoltaicos en la cubierta.
		9	Presencia de paneles solares.
		14	Se genera energía con placas solares.
15	Uso de paneles solares.		
Molinos	14	Se genera energía con molinos de viento.	
Otras estrategias	Estufas de biomasa	-	Estufas de biomasa o pellets que utilizan combustible producido a partir de sustancias orgánicas vegetales y que resultan poco contaminantes.
	Paneles solares de musgo	-	Captura y aprovecha la energía eléctrica de las plantas.
	Geotermia	-	Uso de energía geotérmica.

INSTALACIONES BIOFÍLICAS	INTERVENCIONES	N.º FICHA	DETALLES	
SALUBRIDAD 	Filtración de agua de lluvia	1	Uso de superficies permeables para recoger agua y permitir el filtrado de agua de lluvia.	
		5	El paisaje ayuda a purificar la escorrentía del agua desde el techo, eliminando sedimentos y nutrientes solubles.	
		13	Recolección de agua de lluvia en cisternas para uso del edificio. Tras	
		3	Un colector de agua de lluvia junto con un sistema de filtrado y deshumidificación aportan agua reciclada a los aseos y a la vegetación.	
		10	Se obtiene agua de un acuífero y junto con el agua de lluvia se usa para baños, limpieza y riego.	
		15	El agua de lluvia se recoge desde el techo ya través de un humedal, se limpia y se filtra para ser llevada posteriormente a un acuífero.	
	Filtración de aguas residuales del edificio	11	Un sistema de circuito cerrado captura y reutiliza el agua no potable, redigiéndola a baños o para riego de vegetación.	
		14	Se captura y se filtran aguas residuales que genera el edificio y se usa para generar agua caliente (gracias a los paneles solares).	
		15	Las aguas residuales se tratan en el lugar, haciendo un ciclo cerrado. Se usan para el riego posteriormente.	
	Filtración de aire	3	Plantas de filtrado se instalan para eliminar los contaminantes del espacio interior.	
		6	Uso de plantas para purificar el aire.	
		8	Jardines hidropónicos suspendidos contienen plantas comestibles y hierbas aromáticas que, además de proporcionar aporte alimenticio, limpian el aire interior.	
	Otras estrategias	Cubiertas ajardinadas ¹⁰	-	Purifica y refresca el aire, también filtra el agua de lluvia, guarda la cubierta de la radiación solar y del ruido. Aporta inercia térmica al edificio y mejora el aislamiento térmico.

INSTALACIONES BIOFÍLICAS	INTERVENCIONES	N.º FICHA	DETALLES
A. ALIMENTICIO 	Agricultura hidropónica	7	Uso de agricultura hidropónica y agricultura del suelo.
		8	Jardines hidropónicos suspendidos contienen plantas comestibles y hierbas aromáticas que, además de proporcionar aporte alimenticio, limpian el aire interior.
	Cultivos convencionales	9	Encontramos cultivos de hortalizas que se consumen allí mismo.
		10	Un bosque comestible aporta alimento de muchos tipos.
	Acuaponía	9	Sistema autosuficiente de acuaponía. El agua de la pecera se oxigena gracias cascadas, después, los desechos producidos por los peces se bombean a la cubierta vegetal, proporcionando riego a las plantas y funcionando a la vez como filtro de esa agua (las bacterias del suelo convierten el amoníaco de los peces en nitratos), que más tarde se devuelve al acuario purificada.

INSTALACIONES BIOFÍLICAS	INTERVENCIONES	N.º FICHA	DETALLES
ILUMINACIÓN 	Captación por cubierta	1	Captación de luz en el espacio interior.
		4	Cinco grandes aberturas aportan luz natural a todo el espacio, la luz se distribuye por las salas debido a las particiones de vidrio y el atrio central de tres alturas.
		6	Tragaluces recorren todo el edificio aportando gran cantidad de luz junto con las ventanas laterales de los espacios de trabajo.
		12	Uso de grandes tragaluces y huecos que dejan pasar la luz para poder tener luz natural en todas las plantas.
		15	Una cúpula central aporta luz natural al pabellón central.
	Control de luz con plantas	2	Control de luz y aporte de sombra con la fachada de algas.
		7	Encontramos una fachada verde de doble piel de flores y árboles de naranjas que se plantan en pequeños balcones.
		9	La presencia de vegetación filtra la entrada de luz natural.
		15	Los árboles existentes aportan sombra al espacio de reunión.
	Control de la luz con rejillas o celosías	4	Unas “aletas” mecánicas se calibran a lo largo del día para dar la luz necesaria en la parte norte de las oficinas.
		5	Paneles modulados de aluminio perforado permiten la entrada de luz y de aire.
		10	Mallas que se activan con la temperatura controlan la cantidad de luz.
		14	Control de la luz natural con tragaluces de policarbonato, celosías de madera y persianas enrollables.
	Orientación y posición estratégicas	10	Luz natural durante todo el día y todo el año debido a la situación del edificio.
		11	Las zonas de trabajo se ubican en el perímetro del edificio para poder obtener la mayor cantidad de luz natural.
Otras estrategias	Gran número de aberturas	-	En regiones calientes, multiplicar el número de ventanas para conseguir luz natural y ventilación natural. Se busca una fachada que juegue con distintos elementos, como balcones, tamaños de ventanas, número, ubicación e inclinación.

INSTALACIONES BIOFÍLICAS	INTERVENCIONES	N.º FICHA	DETALLES
OTROS		6	Cambio de atmósferas entre los espacios con distintos usos.
		12	El agua que producen los sistemas de refrigeración se lleva a tanques de retención que funcionan como fuentes para pájaros.
		12	Uso de la luz natural para generar recorridos y orientar en cómo experimentar los edificios.
		15	Uso de ganado para mejorar el ecosistema natural.

3.3.5 Tablas de estrategias según tipo de elemento

A continuación, para cada elemento biofílico se indican las distintas estrategias o formas de usar el elemento, tanto de los casos de estudio (color naranja oscuro) como de otras estrategias (color naranja claro). Una pequeña descripción con los detalles de la intervención se acompaña con el número de la ficha del caso de estudio del que se ha obtenido (cuando procede).

En estas tablas destacan varias singularidades:

- Luz: grandes beneficios en su aprovechamiento para generar energía, sobre todo cuando hablamos de paneles solares fotovoltaicos.
- Aire: importante acompañar la ventilación con elementos o mecanismos de control como rejillas o huecos operables.
- Agua: no destaca su uso como lámina de agua interior, puede ser por el riesgo de aparición de microorganismos perjudiciales para la salud.
- Plantas: la introducción de una planta o de vegetación supone cambios de todo tipo, como de regulación de condiciones, filtración de aire, aislamiento acústico o control de la entrada de luz. Se presenta como el elemento con más funciones.
- Animales: en los casos de estudios solo los encontramos a través de la introducción de peces o con la llamada de insectos con plantas, en esta segunda estrategia no se puede considerar que suministren ningún servicio que ayude al edificio a cumplir las funciones para las que ha sido diseñado, pero climáticamente y hablando del ecosistema, tiene grandes beneficios.
- Ecosistema: no tiene mucha aplicación cuando hablamos de instalaciones, pero siempre influye indirectamente con algunos de sus elementos, esto sería el caso de la presencia de un lago o de la vegetación que se encuentren en el contexto de la construcción.
- Fuego: no encontramos ningún caso, por lo que es necesario recurrir a otras estrategias, como la arquitectura bioclimática.



*Fig. 27. Patio de Robert y Arlene Kogod en el Smithsonian American Art Museum, Gustafson Guthrie Nichol Lta
© Tim Evanson/Flickr.*

INSTALACIONES BIOFÍLICAS	INTERVENCIONES	N.º FICHA	DETALLES
LUZ 	Entrada por cubierta	1	Captación de luz en el espacio interior gracias al vidrio de doble capa y ondulaciones con diente de sierra.
		4	Cinco grandes aberturas aportan luz natural a todo el espacio, la luz se distribuye por las salas debido a las particiones de vidrio y el atrio central de tres alturas.
		6	Tragaluces recorren todo el edificio aportando gran cantidad de luz junto con las ventanas laterales de los espacios de trabajo.
		12	Uso de grandes tragaluces y huecos que dejan pasar la luz para poder tener luz natural en todas las plantas.
		15	Una cúpula central aporta luz natural al pabellón central.
	Entrada característica por fachada	4	Unas “aletas” mecánicas se calibran a lo largo del día para dar la luz necesaria en la parte norte de las oficinas.
		5	Paneles modulados de aluminio perforado permiten la entrada de luz y de aire.
		10	Mallas que se activan con la temperatura controlan la cantidad de luz.
		14	Control de la luz natural con tragaluces de policarbonato, celosías de madera y persianas enrollables.
	Aprovechamiento según la posición y la orientación	10	Luz natural durante todo el día y todo el año debido a la situación del edificio.
		11	Las zonas de trabajo se ubican en el perímetro del edificio para poder obtener la mayor cantidad de luz natural.
		14	Orientación al sur para optimizar el rendimiento de los paneles solares.
	Generación de energía	4	Paneles fotovoltaicos se distribuyen por toda la cubierta y se busca aportar la mayoría de energía al edificio.
		5	Integración de paneles fotovoltaicos en la cubierta.
		9	Presencia de paneles solares.
		14	Se genera energía con placas solares.
		15	Uso de paneles solares.
	Configuración espacial	12	Uso de la luz natural para generar recorridos y orientar en cómo experimentar los edificios.

INSTALACIONES BIOFÍLICAS	INTERVENCIONES	N.º FICHA	DETALLES
FUEGO 	Aporte de calor	-	Cuando el fuego se implementa correctamente en el edificio puede aportar color, calor y movimiento.
	Aporte de energía	-	Estufas de biomasa o pellets que utilizan combustible producido a partir de sustancias orgánicas vegetales y que resultan poco contaminantes.

INSTALACIONES BIOFÍLICAS	INTERVENCIONES	N.º FICHA	DETALLES
AIRE 	Ventilación por aperturas	5	Ventilación cruzada y natural debido al carácter abierto del edificio, se usan verandas, terrazas y balcones.
		6	Uso de ventilación natural cruzada.
		15	Una cúpula central sirve como punto de extracción del aire caliente que sube.
	Ventilación a través del control del aire	1	Ventilación natural con rejillas de vidrio ajustables en las paredes que dan al patio.
		5	Paneles modulados de aluminio perforado permiten la entrada de luz y de aire.
		14	Ventilación natural controlada por unas persianas automáticas que mantienen los niveles de temperatura y humedad relativa para mantener el confort en todo momento. Si es necesario, existe la posibilidad de inducir flujo de aire.
		15	Las paredes se pliegan y se despliegan en función de la temperatura y del viento. Se captura brisa fresca en verano y se bloquea en invierno.
		10	Todos los espacios presentan ventilación natural cruzada gracias a ventanas operables y a la cubierta de cristal móvil (tipo invernadero).
		14	Ubicación a barlovento para aprovechar los vientos predominantes.
	Generación de energía	14	Se genera energía con molinos de viento.

INSTALACIONES BIOFÍLICAS	INTERVENCIONES	N.º FICHA	DETALLES
ANIMALES 	Nutrición de plantas	9	Sistema autosuficiente de acuaponía. El agua de la pecera se oxigena gracias cascadas, después, los desechos producidos por los peces se bombean a la cubierta vegetal, proporcionando riego a las plantas y funcionando a la vez como filtro de esa agua (las bacterias del suelo convierten el amoníaco de los peces en nitratos), que más tarde se devuelve al acuario purificada.
		Mejora del ecosistema	15
	10		Insectos y pájaros ayudan a polinizar y a mantener un equilibrio entre el ecosistema humano y el vegetal.
Otras estrategias	Aporte de calor	-	Aprovechamiento del calor que desprenden los animales para calentar un espacio.

INSTALACIONES BIOFÍLICAS	INTERVENCIONES	N.º FICHA	DETALLES
AGUA 	Filtración para posterior reuso	1	Uso de superficies permeables para recoger agua y permitir el filtrado de agua de lluvia.
		5	El paisaje ayuda a purificar la escorrentía del agua desde el techo, eliminando sedimentos y nutrientes solubles.
		13	Recolección de agua de lluvia en cisternas para uso del edificio. Tras
		3	Un colector de agua de lluvia junto con un sistema de filtrado y deshumidificación aportan agua reciclada a los aseos y a la vegetación.
		10	Se obtiene agua de un acuífero y junto con el agua de lluvia se usa para baños, limpieza y riego.
		15	El agua de lluvia se recoge desde el techo ya través de un humedal, se limpia y se filtra para ser llevada posteriormente a un acuífero.
		11	Un sistema de circuito cerrado captura y reutiliza el agua no potable, redigiéndola a baños o para riego de vegetación.
		14	Se captura y se filtran aguas residuales que genera el edificio y se usa para generar agua caliente (gracias a los paneles solares).
		15	Las aguas residuales se tratan en el lugar, haciendo un ciclo cerrado. Se usan para el riego posteriormente.
	Posición estratégica para refrescar	1	Estanques de retención de agua se presentan en el vestíbulo en forma de cascada, aumentando los sonidos y los sentidos.
		4	Posición estratégica junto al lago para aportar brisas frescas.
		9	La presencia de agua (cascadas) aporta un ambiente fresco.
	Aporte de humedad	11	Una cascada de agua recogida por el sistema de climatización recorre varios pisos, aportando las condiciones del ecosistema húmedo de la ciudad en la que se encuentra el edificio.
	Recolección de energía	2	Recolección de energía absorbiendo la luz que no absorben las algas y convirtiendo esta en calor.
	Aislamiento acústico	2	Uso de sistema de algas para aislar del sonido gracias al agua encerrada entre dos capas de vidrio.
Cuidado animales	12	El agua que producen los sistemas de refrigeración se lleva a tanques de retención que funcionan como fuentes para aves.	

INSTALACIONES BIOFÍLICAS	INTERVENCIONES	N.º FICHA	DETALLES
PLANTAS 	Control de las condiciones de temperatura y humedad	1	Vegetación que ayuda a reducir la carga de enfriamiento del edificio dando sombra.
		9	La presencia de vegetación aporta un ambiente fresco.
		10	Un bosque comestible ayuda a regular la temperatura.
		10	Presencia de fachadas vegetales con distintos sistemas de riego que aportan un ambiente fresco.
	Purificación y filtrado del aire	3	Plantas de filtrado se instalan para eliminar los contaminantes del espacio interior.
		6	Uso de plantas para purificar el aire.
		8	Jardines hidropónicos suspendidos contienen plantas comestibles y hierbas aromáticas que, además de proporcionar aporte alimenticio, limpian el aire interior.
	Control de la entrada de luz	2	Control de luz y aporte de sombra con la fachada de algas.
		7	Encontramos una fachada verde de doble piel de flores y árboles de naranjas que se plantan en pequeños balcones.
		9	La presencia de vegetación filtra la entrada de luz natural.
		15	Los árboles existentes aportan sombra al espacio de reunión.
	Alimentación	7	Uso de agricultura hidropónica y agricultura del suelo.
		8	Jardines hidropónicos suspendidos contienen plantas comestibles y hierbas aromáticas.
		9	Encontramos cultivos de hortalizas que se consumen allí mismo.
		10	Un bosque comestible aporta alimento de muchos tipos.
	Producción de energía	2	Uso de algas para generar biomasa (paneles de vidrio repletos de microalgas que se cultivan a base de luz, agua, nutrientes y dióxido de carbono).
Aislamiento acústico	6	Uso de plantas para disminuir el ruido generado en el espacio.	

INSTALACIONES BIOFÍLICAS	INTERVENCIONES	N.º FICHA	DETALLES
ECOSISTEMA 	Vinculación paisaje-edificación	1	Objetivo de conectar la fábrica con un bosque artificial, difuminando el límite entre la construcción y la naturaleza.
		5	El edificio se presenta como un volumen transparente donde tanto los espacios interiores como exteriores son ambiguos, haciendo que la conexión entre ellos sea importante.
		12	Refuerzo de la relación interior-exterior con la reorientación de las entradas a los edificios.
		14	Se busca la vinculación del espacio interior con el paisaje.
	Presencia cercana a la edificación	4	Entorno natural donde destaca un lago dulce.
		12	Se establece un prado entre el área existente de árboles maduros.
	Purificación del agua	5	El paisaje ayuda a purificar la escorrentía del agua desde el techo, eliminando sedimentos y nutrientes solubles.

4 PROPUESTA

A continuación, presento una guía cuyo fin es orientar cualquier proyecto hacia su variante como proyecto biofílico, siempre teniendo las instalaciones como el punto principal de intervención.

Esta guía surge ya que no existe actualmente. Sí encontramos otras guías de aplicación del diseño biofílico, como la guía de Oliver Heath⁸, director de Oliver Heath Design, la cual presenta una serie de métodos prácticos para aplicar el diseño biofílico en función del presupuesto. Pero no encontramos guías referidas a las instalaciones, como la que presento continuación.

La razón principal de su realización es que creo que el diseño biofílico junto a la sostenibilidad marcará la línea arquitectónica del futuro, ya que una aplicación inteligente ayuda a reducir la huella de carbono y tiene numerosos beneficios como la purificación del aire, el aumento de durabilidad de los materiales, las reducciones de temperatura o radiación solar, así como la reducción del ruido ambiental.

Con su aplicación, la mejora de las prestaciones de los espacios es notable. Por eso, el uso del diseño biofílico en elementos imprescindibles de las construcciones, como lo son las instalaciones, es necesaria e inevitable.

Al analizar las limitaciones o condiciones de un proyecto podemos llegar a ver cuáles son los procedimientos que se deben seguir para aplicar los sistemas que se pueden adaptar a la construcción. Esto será lo que hace la guía.

La guía se divide en bloques:

- **Bloque I: Identificar las respuestas y resultados deseados.** Donde, respondiendo a unas preguntas, sabremos rápidamente cual es el objetivo que se busca con la aplicación de esta guía y cuáles son las prioridades a la hora de aplicarla.
- **Bloque II: Contexto de la intervención.** Con preguntas y casillas a rellenar podremos enumerar fácilmente las características que serán determinantes para elegir una estrategia u otra. Se tienen en cuenta la localización, las variables climáticas y las consideraciones de las necesidades de los usuarios y usos.

Las variables climáticas las tomo del Instituto Geográfico Nacional, en su documento *Variables que intervienen en la definición del clima de un territorio* ("España a través de los mapas", 2020).

- **Bloque III: Instalaciones biofílicas.** Unos esquemas de seguimiento guían al diseñador para elegir la estrategia más adecuada según las condiciones del proyecto. En la mayoría de los casos, hay estrategias que pueden combinarse con muchas otras formando soluciones más ricas y complejas, todas estas

⁸ *Creating Positive Spaces. Using Biophilic Design* (Hearth, Jackson, & Goode, Creating Positive Spaces. Using Biophilic Design, 2018).

están seguidas de un símbolo de "+". Al final de cada instalación se aportan unas consideraciones de diseño, que son válidas en todos los casos, así como consideraciones más concretas según el clima en el que estamos interviniendo.

Es importante tener en cuenta que cada clima presenta variantes climáticas decisivas que harían que ciertas estrategias no sean adecuadas. Según se trate de un clima cálido-seco (en latitudes bajas), cálido-húmedo (en latitudes bajas), templado (en latitudes medias), frío (en latitudes altas), o de montaña se aclaran en las consideraciones qué estrategias no son adecuadas o qué procedimiento es mejor seguir.

- **Bloque IV: Evaluación.** Finalmente, se aporta un sistema de evaluación cualitativa para evaluar los cambios una vez realizados. En este apartado se evalúan aspectos de calidad de la intervención, calidad ambiental, patrones biofílicos y confort. La calificación irá desde "insuficiente" hasta "satisfactorio", pasando por "mejorable" como calificación intermedia entre los dos niveles anteriores. Se debe rellenar el gráfico coloreando con el color adecuado la casilla correspondiente a lo que se evalúa.

Este sistema se basa en el sistema usado en el documento *Recuperando la ciudad: Estrategia para el diseño y la evaluación de planes y programas de regeneración urbana integrada* del departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio de esta escuela (Fernández Aja, y otros, 2015).

Para la forma de presentación y el diseño de la guía se ha tomado referencia de las fichas usadas para la aplicación de la *Agenda Urbana Española* (Dirección General de Arquitectura, 2018).

En el Anexo II encontramos un ejemplo de aplicación de la guía para un caso real, las oficinas del estudio Gen Design (Fig. 29 y Fig. 30). Para la aplicación, escojo las condiciones reales del contexto del proyecto, pero para el bloque de las instalaciones biofílicas hago una hipótesis con las peores de las posibilidades en las que se podría encontrar la construcción. Del mismo modo, la evaluación es una hipótesis, un simple ejemplo de cómo podría ser el resultado.

En este ejemplo de aplicación de la guía destaca:

- La necesidad de aplicar procesos mecánicos o de *free cooling* para la ventilación, ya que no es posible ni la ventilación cruzada natural (por no tener fachadas contrarias) ni la inducida (por tener más oficinas en las plantas superiores).
- Suponiendo que el aislamiento del edificio no es adecuado, al encontrarse en un entorno urbano y no presentar vegetación exterior, se plantea el uso de vegetación interior, la cual se puede complementar con el uso de láminas de agua y el refuerzo de la fachada con vidrios de doble capa.
- Actualmente la cantidad de vegetación en el interior es nula, por eso se considera la introducción pudiendo tener varias funciones, como filtración del aire, aislamiento acústico o como separaciones físicas. En la fachada se podrá incorporar vegetación que de sombra, controlando así la cantidad de luz que entra.



De arriba abajo: Fig. 29. Oficina Gen Design Studio, Murmuro © Nuno Pacheco; Fig. 30. Oficina Gen Design Studio, Murmuro © Nuno Pacheco.

- Para el aporte de energía, el contexto se presenta otra vez como un límite, ya que al compartir edificio con otros propietarios, el uso de instalaciones energéticas supone colocación de mecanismos en espacios comunes generalmente.

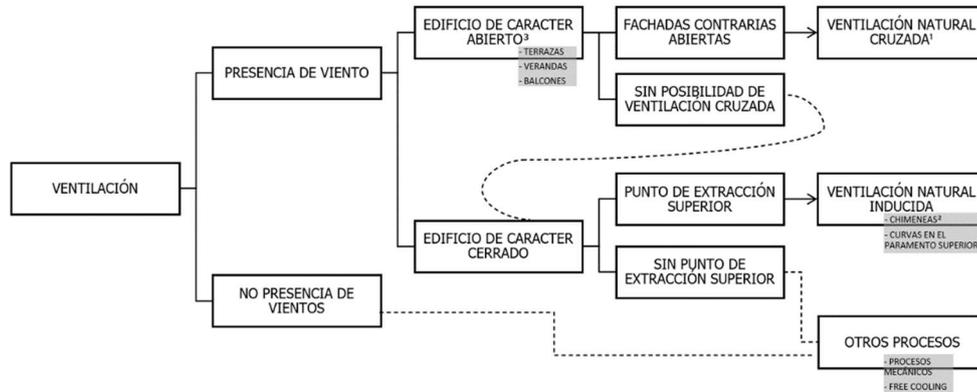
4.1 GUÍA DE APLICACIÓN DEL DISEÑO BIOFÍLICO

BLOQUE I	Identificar las respuestas y resultados deseados
1) ¿Cuáles son las prioridades de salud o rendimiento de los usuarios?	
2) ¿Existen actualmente medidas relacionadas con el diseño biofílico? ¿Existe alguna implantación en marcha?	
3) ¿Cuáles son los servicios en los que se desea intervenir desde el punto de vista del confort y la salud global de las personas?	
4) ¿Cuáles son los elementos del proyecto que desea mantener bajo cualquier circunstancia?	

BLOQUE II	Contexto de la intervención		
1. Localización			
1.1. Entorno	<input type="checkbox"/> Urbano	<input type="checkbox"/> Rural	
1.2. ¿Se pueden aprovechar los materiales locales?	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	
¿Cuáles?			
1.3. Clima	<input type="checkbox"/> Cálido	<input type="checkbox"/> Templado	<input type="checkbox"/> Frío
1.4. Vegetación nativa			
¿Cuál?			
1.5. Densidad del lugar	<input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Baja
Limitaciones en el entorno del edificio			
2. Variables climáticas			
2.1. Elementos	2.2. Factores geográficos		2.3. Factores atmosféricos
Precipitación	Latitud	Circulación en altura	Velocidad
Humedad y evaporación	Situación		Desplaz. estacional
Temperaturas	Relieve	Circulación en superficie	Centros de acción
Insolación	Disposición		Masas de aire
Presión atmosférica	Altura		Frentes
Viento	Orientación	Influencia del mar	
3. Consideraciones de las necesidades de los usuarios y usos			
3.1. Usos			
3.2. Usuario específico			
3.3. Consideraciones especiales a tener en cuenta			

BLOQUE III Instalaciones biofílicas

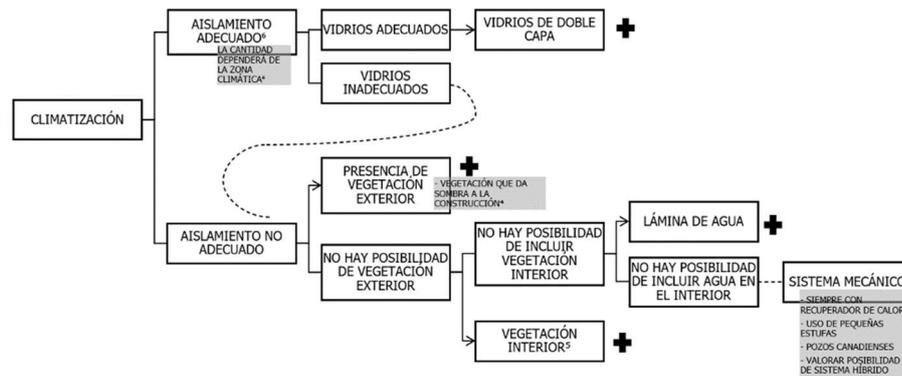
1. Ventilación



Consideraciones de diseño

- * Buscar siempre una orientación favorable.
 - * La posición estratégica de una lámina de agua aportará brisas frescas.
 - * Si es posible, siempre incorporar terrazas, balcones o patios.
 - * Mejor aprovechamiento de los vientos en todas las estaciones si se trata de una construcción aislada que rodeada o adosada.
 - * Uso de ventanas operables o colocación de rejillas y celosías que controlen la cantidad de aire.
 - * Evitar ventilación natural cruzada en usos relacionados con la salud.
- ¹ En climas templados se potencia el uso de edificios enterrados con mucha masa para garantizar ventilación cruzada. En climas fríos, uso de la ventilación para eliminar el exceso de humedad.
- ² Uso de chimeneas en climas fríos, sobre todo.
- ³ En climas cálidos-secos uso de pequeños patios autosombreados por el edificio para evitar la circulación de aire caliente.

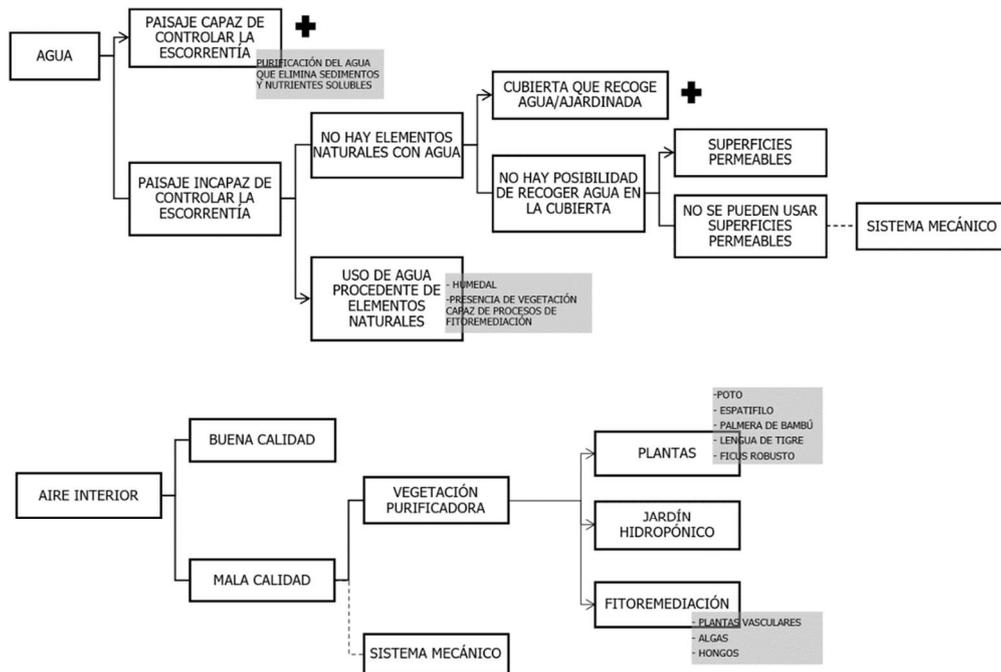
2. Climatización



Consideraciones de diseño

- * Uso de fachada vegetal en todos los casos que sea posible.
 - * Uso de paneles con algas para generar sombreadamiento en todos los casos que sea posible.
 - * Es preferible el uso de vidrios de doble capa o superior.
 - * Aislamiento con materiales ecológicos, de bajo impacto ambiental y no tóxicos, incluso uso de cubiertas estanque.
- ⁴ Importancia del uso de vegetación que da sombra sobre todo en climas cálidos-húmedos.
- ⁵ En climas cálido-secos, uso de vegetación para crear enfriamiento evaporativo.
- ⁶ En climas cálido-secos, uso de grandes muros y construcciones pesadas. En climas cálido-húmedos, uso de muros y cubiertas ligeras. En climas templados, uso de muros gruesos con materiales aislantes. En climas fríos, uso de materiales de cavado interior y de calentamiento lento para los muros exteriores.

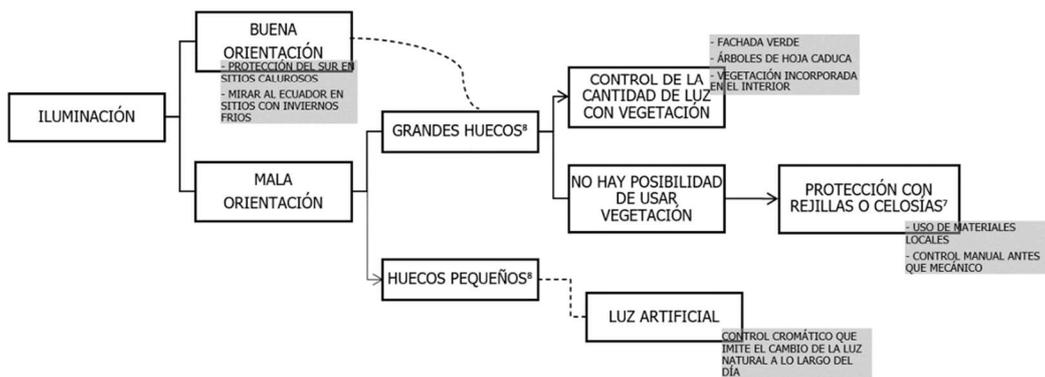
3. Salubridad



Consideraciones de diseño

- * En todos los casos debe considerarse el reciclado de aguas grises producidas en el mismo edificio.
- * Plantear sistemas de circuito cerrado.
- * El agua recogida siempre se debe filtrar.
- * Normalmente, reutilización del agua filtrada para riego y aseos.
- * Siempre que sea posible, uso de un calentador de agua solar.

4. Iluminación



Consideraciones de diseño

- * Uso de grandes tragaluces en cubierta y grandes huecos en fachada para asegurar una buena iluminación natural.
- * La protección que no sea vegetal, debe ser mecánica o manual para adaptarse a las preferencias del usuario.
- * Posible reflexión de la luz en casos puntuales.
- ⁷ Uso de huecos operables sobre todo en climas templados.
- ⁸ En climas cálido-secos convienen huecos pequeños. En climas cálido-húmedos uso de huecos grandes. En climas de montaña, huecos medianos. En todos los casos, siempre protegidos de la radiación.

5. Abastecimiento alimenticio

Distintas formas de llevarlo a cabo:

Agricultura hidropónica	
Cultivos convencionales	
Acuaponía	
Bosque comestible	
Instalaciones convencionales	

Consideraciones de diseño

* Siempre se deben comparar las condiciones que necesitan los cultivos y las condiciones que necesitan las personas. Elección de la vegetación según las segundas condiciones.

6. Abastecimiento energético

Distintas formas de llevarlo a cabo:

Biomasa (algas, estufas, pellets, etc.)	
Paneles solares	
Molinos de viento	
Geotermia	
Instalaciones convencionales	

Consideraciones de diseño

* Considerar el espacio que necesita cada instalación.

* Mayor posibilidad de que no haya una pérdida de energía en construcciones con forma regular y diseño compacto.

7. Sonido

Distintas formas de llevarlo a cabo:

Aislamiento con paramentos de agua entre vidrios	
Vegetación para la reducción del ruido interior	
Instalaciones convencionales	

Consideraciones de diseño

* La introducción de sonidos naturales artificialmente o provocados por otras instalaciones biofílicas será beneficioso para la salud y el bienestar.

BLOQUE IV | Evaluación

1. Diagnóstico general

CI – CALIDAD DE LA INTERVENCIÓN

- CI1 – Riqueza del contenido
- CI2 – Accesibilidad de los usuarios
- CI3 – Diversidad de estrategias

CA – CALIDAD AMBIENTAL

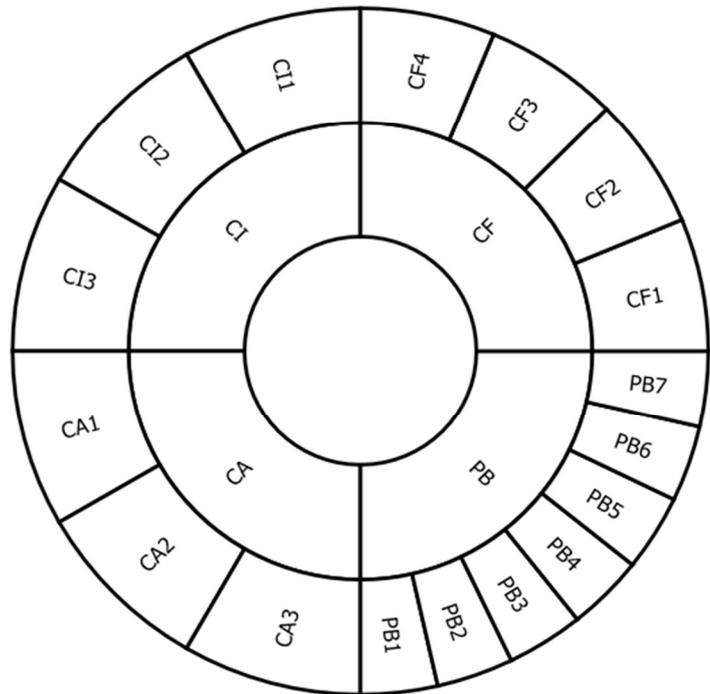
- CA1 – Calidad del aire
- CA2 – Calidad del agua
- CA3 – Calidad del suelo

PB – PATRONES BIOFÍLICOS

- PB1 – Conexión visual con la naturaleza
- PB2 – Conexión no-visual con la naturaleza
- PB3 – Estímulos sensoriales no rítmicos
- PB4 – Variaciones térmicas y corriente de aire
- PB5 – Presencia de agua
- PB6 – Luz dinámica y difusa
- PB7 – Conexión con sistemas naturales

CF – CONFORT

- CF1 – Confort térmico
- CF2 – Confort acústico
- CF3 – Cantidad de luz del día
- CF4 – Salud y bienestar biológicos humanos



- IN Insuficiente
- ME Mejorable
- SA Satisfactorio
- NA No aplicable

2. Control de la eficiencia/efectividad de las instalaciones con el paso del tiempo

* Tener en cuenta que los paisajes y las necesidades de las personas están en constante cambio.

CONCLUSIONES

El fin de este trabajo es responder a la siguiente pregunta: *¿Cómo podemos conducir las construcciones hacia una variante biofílica usando las instalaciones?*. Pregunta que plantea la posibilidad de introducir el diseño biofílico en la arquitectura usando las instalaciones como nexo.

Para esto, se ha planteado la optimización de las instalaciones tanto convencionales como no, usando elementos y patrones naturales.

La introducción de las instalaciones recogidas en este estudio conlleva directamente la introducción del diseño biofílico, siempre y cuando no se trate de actuaciones aisladas, ya que deben formar parte de un conjunto de elementos biofílicos que encontramos en el proyecto.

Llego a la conclusión de que existen muchas alternativas para conseguir edificios biofílicos, incluso usando otras estrategias. El aprovechamiento de elementos naturales cada vez vuelve a estar más presente en nuestros proyectos, donde el uso de la luz natural o el uso de plantas – como los elementos más repetidos y obvios de las intervenciones naturales – generan grandes beneficios tanto saludables como sostenibles. Los pasos que transforman un proyecto en su variante biofílica son fáciles de seguir con un previo análisis de las limitaciones del proyecto y su contexto climático.

Esta investigación ha conseguido obtener una recopilación de variantes biofílicas, además de los distintos procesos para poder llegar a ellas, tras el análisis de distintas estrategias encontradas en casos de estudio. A esto se le suma un estudio de los conceptos del diseño biofílico que se desean aplicar y de las instalaciones que se desean modificar, además del estudio de conceptos de otras estrategias.

Más concretamente, la metodología de investigación usada consiste en la recopilación de información tanto de los atributos de experiencia directa del diseño biofílico como de las instalaciones convencionales y sus variantes más relacionadas con procesos naturales. Para poder llegar a esta información con una base de conceptos, antes, se ha estudiado información general del diseño biofílico. Los conocimientos adquiridos nombrados se aplican al análisis de distintos casos de estudio seleccionados según la presencia de instalaciones biofílicas o de singularidades respecto a estas.

Una vez analizados estos casos de estudio, he llegado a la conclusión de que las instalaciones biofílicas ya estaban presentes en muchos proyectos como sistemas de acondicionamiento general, por esta razón, se recopilan las distintas posibles instalaciones biofílicas y se genera un listado con todas ellas.

Concretamente, de los resultados obtenidos destaca la importancia de tener en cuenta la diferencia del tipo de clima, ya que no todas las estrategias son válidas o beneficiosas en todos los climas. También destaca la gran influencia del contexto para el aprovechamiento de los recursos naturales. Cuando no es posible este aprovechamiento siempre existe la posibilidad del uso de procesos mecánicos que imiten las estrategias naturales sin suponer mucho cambio en la percepción, pero suponiendo un cambio en la sostenibilidad.

Cuando analizo de los elementos del diseño biofílico, me doy cuenta de que actualmente las estrategias de implementación de elementos naturales en el interior de edificios son escasas, provocando que las personas no puedan aprovecharse de estrategias de este tipo, las cuales encontramos solo en edificios de nueva construcción. Lo mismo pasa con la presencia de ecosistemas naturales, los edificios se encuentran en entornos urbanos donde se limita el aprovechamiento de elementos naturales y surge la necesidad de uso de estrategias mecánicas. Por eso, en la mayoría de los casos los sistemas mecánicos se presentan como una implementación

adicional para los momentos en los que los elementos naturales no son suficientes para el acondicionamiento.

Aun así, hay procesos que no dependen de elementos externos y que suponen grandes ahorros, como la reutilización de aguas residuales o la introducción de instalaciones de abastecimiento alimenticio, las cuales suponen circuitos cerrados. Aunque es beneficioso tener en cuenta los principios del diseño biofílico cuando se está proyectando para poder hacer un aprovechamiento de calidad de todos los recursos y tener la posibilidad de aplicar más instalaciones biofílicas.

Finalmente, el resultado se recoge en la guía, donde, en el apartado de instalaciones biofílicas podemos encontrar diagramas de seguimiento para ver cuál de las anteriores instalaciones se adapta mejor a los requerimientos y limitaciones del proyecto.

En un marco en el que la biofilia se presenta como un concepto sensorial, las expectativas iniciales se cumplen, pudiendo llevar estos conceptos a aplicaciones más alejadas del simple diseño. Los datos finales aportados por esta investigación nos dejan ver que el diseño biofílico puede ir más allá, incluyendo aspectos más técnicos, pudiendo llegar a realizar estudios de calificación para comprobar su beneficio.

Se demuestra la posibilidad de mejora de espacios en los que pasamos la mayor parte de nuestro tiempo con aplicaciones indirectas que solo supondrán un gran cambio dependiendo de las condiciones del entorno en el que se encuentre.

A lo largo de la investigación, las limitaciones solo han sido de carácter exhaustivo. En futuras investigaciones, la aplicación de esta guía podría llegar a evaluarse de manera calificativa en vez de cualitativa, y los estudios de los casos se pueden desarrollar más, haciendo investigaciones de campo junto con la evaluación de la efectividad de las estrategias que presentan.

LISTADO DE REFERENCIAS

- "España a través de los mapas", e. r. (Mayo de 2020). *Instituto Geográfico Nacional*. Obtenido de Variables que intervienen en la definición del clima de un territorio: https://www.ign.es/espmap/figuras_clima_bach/pdf/Clima_fig_08.pdf
- Abastecimiento energético*. (Marzo de 2020). Obtenido de Real Academia de Ingeniería: <http://diccionario.raing.es/es/lema/abastecimiento-energ%C3%A9tico>
- Alcalde Fernández, M., & Arcusa Moragrena, G. (Mayo de 1998). *Por un sistema de saneamiento más sostenible*. Obtenido de Habitat.aq: http://habitat.aq.upm.es/boletin/n9/agarc_2.html
- Arrevol. (4 de Febrero de 2019). *Los mejores sellos de calidad y eficiencia energética para viviendas en España*. Obtenido de Arrevol: <https://www.arrevol.com/blog/los-mejores-sellos-de-calidad-y-eficiencia-energetica-para-viviendas-en-espana>
- Arvay, C. G. (2018). *The Biophilia Effect: A Scientific and Spiritual Exploration of the Healing Bond Between Humans and Nature*. Sounds true.
- Ayuso Sánchez, J. (2019). *Mejora cuantitativa de las prestaciones de los espacios de trabajo. Empleo de vegetación, luz natural y madera*. Madrid.
- Bernett, A. (14 de Febrero de 2017). *Biomimicry versus Biophilia: What's the Difference?* Obtenido de Terrapin Bright Green: <https://www.terrapinbrightgreen.com/blog/2017/02/biomimicry-versus-biophilia/>
- Biofilia y Arquitectura*. (10 de Enero de 2020). Obtenido de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Biofilia_y_Arquitectura#cite_ref-1
- Biophilic Design - Connecting with nature to improve health & well being*. (Marzo de 2020). Obtenido de Oliver Heath Design: <https://www.oliverheath.com/biophilic-design-connecting-nature-improve-health-well/>
- Browning, W., Ryan, C., & Clancy, J. (2014). *14 Patterns of Biophilic Design*. New York: Terrapin Bright Green LLC.
- CBRE. (Marzo de 2020). *Healthy Offices Research*. Obtenido de CBRE: <https://www.cbre.nl/en/healthy-offices-research#>
- Corredera, M. (13 de Junio de 2019). *Descubre la arquitectura pasiva: todas las claves de una casa sostenible*. Obtenido de Decoración 2.0: <https://decoracion2.com/arquitectura-pasiva-descubre-las-claves-de-una-casa-sostenible/>
- Dirección General de Arquitectura, V. y. (2018). *Agenda urbana española 2019*. Madrid: Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento.
- Eckardt Horney, M. (1992). Fromm Concept of Biophilia. *Journal of the American Academy of Psychoanalysis*, págs. 233-240.
- Empresa de Transformación Agraria, S.A. (Abril de 2020). *La Gestión Integral del Agua de Lluvia en Entornos Edificados*. Obtenido de Grupo Tragsa: <https://www.tragsa.es/es/Lists/Publicaciones/attachments/47/La%20Gesti%C3%B3n%20Integral%20del%20Agua%20de%20Lluvia%20en%20Entornos%20Edificados%20WEB.pdf>
- Fernández Aja, A., García Madruga, C., Matesanz Parellada, Á., Rodríguez Suárez, I., Alguacil Gómez, J., Fariña Tojo, J., . . . Lorite Rodríguez, I. (2015). *Recuperando la ciudad*.

Estrategia para el diseño y la evaluación de planes y programas de regeneración urbana integrada. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Franco, J. T. (Diciembre de 2019). *There's No Good Architecture Without Daylight: How to Promote Designs Molded and Nurtured by Light.* Obtenido de ArchDaily: <https://www.archdaily.com/929673/theres-no-good-architecture-without-daylight-how-to-promote-designs-molded-and-nurtured-by-light>

Good Earth Plant Company Inc. (15 de Mayo de 2013). *Sustainability.* Obtenido de Good Earth Plants: <https://www.goodearthplants.com/sustainability/>

Greathouse, T. (16 de Mayo de 2017). *The History of Biophilic Lighting and Its Impact Today.* Obtenido de Ciralight: <http://www.ciralight.com/blog/the-history-of-biophilic-lighting-and-its-impact-today>

Hearth, O. (Marzo de 2020). *Biophilic Design – Connecting with nature to improve health & well being.* Obtenido de Oliver Heath Design: <https://www.oliverheath.com/biophilic-design-connecting-nature-improve-health-well/>

Hearth, O., Jackson, V., & Goode, E. (2018). *Creating Postive Spaces. Using Biophilic Design.* Interface.

Hernández Rosas, H. (2016). *Biofilia. El clima como experiencia artística.* Madrid: Beatriz Fernández Ruiz.

Infraestructura verde. (26 de Diciembre de 2019). Obtenido de Wikipeda: https://es.wikipedia.org/wiki/Infraestructura_verde

Kahn, P. H., Severson, R. L., & Ruckert, J. H. (Marzo de 2020). *The Human Relation With Nature and Technological Nature.* *University of Washington.*

Kellert, S. R., & Calabrese, E. F. (2015). *The Practice of Biophilic Design.* Londres: Terrapin Bright.

Kellert, S., & Wilson, E. (1993). *The Biophilia Hypothesis.* Washington D.C.: Island Press.

La importancia de una mejor disponibilidad de alimentos en el hogar. (Marzo de 2020). Obtenido de Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org/3/v5290s/v5290s03.htm>

Lluis Fumado, J. (Abril de 2020). *Instalaciones comunes en edificios de vivienda colectiva.* Obtenido de Arquitectos de cadiz: https://www.arquitectosdecadiz.com/wp-content/uploads/2017/12/3.b.1.Instalaciones_comunes_en_edificios_de_vivienda_colectiva.pdf

Lluís Huguet, J., Oró, J., Tormo, V., Cinta Pastor, M., & González, S. (2016). *Guía Técnica de aprovechamiento de aguas pluviales en edificios.* AQUA España.

Locklear, K. M. (2012). *Guidelines and Considerations for Biophilic Interior Design in.* Austin, Texas.

Multiple authors - bored panda. (2017). *NASA Reveals A List Of The Best Air-Cleaning Plants For Your Home.* Obtenido de Bored Panda: https://www.boredpanda.com/best-air-filtering-houseplants-nasa/?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=organic

Nassar, F. (18 de Marzo de 2019). *Fitorremediación: plantas para purificar el agua, el suelo o el aire.* Obtenido de Green Area: <http://greenarea.me/es/278104/fitorremediacion-plantas-para-purificar-el-agua-el-suelo-o-el-aire/>

- Oakey, D. (12 de Octubre de 2017). *Technology-Inspired Trends Emerging in Biophilic Design*. Obtenido de Design Intelligence: <https://www.di.net/articles/technology-inspired-trends-emerging-biophilic-design/>
- Pallister, J. (10 de Febrero de 2014). *Moss used as "biological solar panels" to power a radio*. Obtenido de Dezeen: <https://www.dezeen.com/2014/02/10/moss-biological-solar-panels-radio/>
- Parkhurst, L., Lodi, F., Chomppf, B., & Cortright, M. (Julio de 2018). *Health and Architecture in the Home and Office: Biophilic Design*. Obtenido de UNSTUDIO: <https://www.unstudio.com/en/page/10173/health-and-architecture-in-the-home-and-office-biophilic-design>
- Pereira, M. (Abril de 2020). *Cross Ventilation, the Chimney Effect and Other Concepts of Natural Ventilation*. Obtenido de ArchDaily: <https://www.archdaily.com/887460/cross-ventilation-the-chimney-effect-and-other-concepts-of-natural-ventilation>
- Puig Caldes, J. (13 de Septiembre de 2018). *¿Cómo utilizar el agua de lluvia en el interior de mi vivienda?* Obtenido de Tu blog de agua: <http://blogdeagua.es/como-utilizar-el-agua-de-lluvia-en-mi-vivienda/>
- Rogers, K. (Marzo de 2020). *Biophilia hypothesis*. Obtenido de Britannica: <https://www.britannica.com/science/biophilia-hypothesis>
- Ryan, C. (9 de Marzo de 2016). *14 Patterns of Biophilic Design: Presence of Water*. Obtenido de Human Spaces: <https://blog.interface.com/presence-of-water-biophilic-design/>
- Sánchez Inocencio, Á. (15 de Noviembre de 2016). *Estrategias bioclimáticas para mejorar la eficiencia energética en edificios*. Obtenido de Ángel Sánchez Inocencio. Ingeniero de Edificación: <https://angelsinocencio.com/estrategias-bioclimaticas-mejorar-eficiencia/>
- Shinrin Yoku (Baño de bosque)*. (Marzo de 2020). Obtenido de Cuídate Plus: <https://cuidateplus.marca.com/ejercicio-fisico/diccionario/shinrin-yoku-bano-bosque.html>
- Ulrich, R. S. (1983). *Aesthetic and Affective Response to Natural Environment*. Springer.
- Un sello de sostenibilidad: certificación WELL*. (Abril de 2020). Obtenido de Volumen: <https://volumen-mo.com/blog/un-sello-de-sostenibilidad-certificacion-well/>
- Ursa Herguedas, A. J., & Ursa Bartolomé, M. I. (2019). El contacto con la naturaleza como medida preventiva de enfermedades y recurso terapéutico. *Medicina Naturalista*.
- WELL v2*. (Abril de 2020). Obtenido de WELL Certification: <https://www.wellcertified.com/certification/v2/>
- Zazzera, J. (20 de Abril de 2015). *Nature in the Space: Indoor Nature Connections*. Obtenido de Terrapin Bright Green: <https://www.terrapinbrightgreen.com/blog/2015/04/nature-in-the-space/>
- Zografos, S. (2019). *Architecture and fire*. Londres: UCL Press.

APÉNDICE

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Patrones biofílicos	15
Tabla 2. Atributos de experiencia directa	16
Tabla 3. Atributos de experiencia indirecta	16
Tabla 4. Atributos de experiencia de espacio y lugar	17
Tabla 5. Instalaciones por caso de estudio	20
Tabla 6. Elementos por caso de estudio	21
Tabla 7. Localización de los casos de estudio	22
Tabla 8. Usos de los casos de estudio.....	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Academia preparatoria en Hawái	5
Figura 2. Casa de la cascada	5
Figura 3. DIYA	5
Figura 4. Courtyard Residence	6
Figura 5. Pulitzer Foundation for the Arts	6
Figura 6. Pasona Group Urban Farm	7
Figura 7. Universidad Nacional de Singapur	7
Figura 8. Línea del tiempo de personas importante en la biofilia	9
Figura 9. Fundación Ford	10
Figura 10. Portada del libro "Biophilia" de Edward O. Wilson	10
Figura 11. Portada del libro "The Biophilia Hypothesis" de Stephen Kellert y Edward Wilson .	11
Figura 12. La Alhambra de Granada	11
Figura 13. Baños de bosque en la Calle del Bambú en Segano (Kioto)	11
Figura 14. Gardens by the Bay en Singapur, ciudad sostenible	12
Figura 15. Categorías del sello WELL	12
Figura 16. Phipps Center for Sustainable Landscapes	13
Figura 17. Conceptos en los que se basa la certificación WELL	13
Figura 18. Oficinas de Amazon The Spheres	14
Figura 19. Lobby del hotel Hudson	14

Figura 20. Escuela Raymond & Joanne Welsh Bancroft Mount Laurel Campus	15
Figura 21. Hospital Khoo Teck Puat	15
Figura 22. Ficha n.º 5 de los casos de estudio	19
Figura 23. Ficha n.º 14 de los casos de estudio	19
Figura 24. Comparación entre diseño biofílico, arq. pasiva y arq. Bioclimática	19
Figura 25. Mapa con la ubicación de los casos de estudio	22
Figura 26. Línea del tiempo con el año de realización de los casos de estudio	23
Figura 27. Patio de Robert & Arlene Kogod en el Smithsonian American Art Museum	29
Figura 28.	35
Figura 29. Oficina Gen Design Studio	36
Figura 30. Oficina Gen Design Studio	36

ANEXO I

FICHA #1

PARAMIT FACTORY



DATOS

Localización: Penang, Malasia
Uso: Fábrica
Superficie: 15.000 m²
Año de finalización: 2017
Diseñador/arquitecto: Design Unit Architects
Premios: LEAF Award, Best New Building of the World 2018, FuturArc Green Leadership Award 2018, A&D Trophy Awards

Análisis

RESUMEN

Los diseñadores de este proyecto revolucionan la tipología de la fábrica creando una arquitectura estimulante y sorprendente, que se centra sobre todo en los trabajadores.

La fábrica se divide en 4 zonas: estacionamiento, oficinas, patio y zonas de fabricación. Esto permite poder aportar a cada uso las características más adecuadas.



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Objetivo de conectar la fábrica con un bosque artificial, difuminando el límite entre la construcción y la naturaleza.
- Torre de vidrio como conector principal.
- Jardines accesibles en cubierta.
- Zonas de transición con presencia de vegetación.
- Bosques como elemento que limpia el aire, el agua y reduce las temperaturas.
- Bosque presente en todos los niveles.
- Gran patio interior al que dan todos los usos.

RELACIONADO CON LA PROPUESTA

- Vegetación que ayuda a reducir la carga de enfriamiento del edificio dando sombra.
- Uso de superficies permeables para recoger agua y permitir el filtrado de agua de lluvia.
- Estanques de retención del agua se presentan en el vestíbulo en forma de cascada, aumentando los sonidos y los sentidos.
- Ventilación natural con rejillas de vidrio ajustables en las paredes que dan al patio, reduciendo el consumo de energía.
- Sistema de losa radiante de enfriado.
- Captación de la luz del día en el espacio interior gracias al vidrio de doble capa y las ondulaciones con dientes de sierra.

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO



– Luz



– Aire



– Agua



– Plantas



Animales



– Ecosistema



Fuego

INSTALACIONES



– V. Higiénica



– V. Refrescante



– Climatización



Salubridad



– Iluminación



A. Alimenticio



A. Energético



– Sonido

CARACTERÍSTICAS A DESTACAR

INSTALACIONES BIOFÍLICAS

FICHA #2

CASA BIQ



DATOS

Localización: Hamburgo, Alemania

Uso: Viviendas

Superficie: 850 m²

Año de finalización: 2013

Diseñador/arquitecto:

Splitterwerk Architects

Premios: Land of Ideas

2013/2014, Detsche

Fassadenpreis 2013 en Special

Prize, Zumtobel Group Award

2014 en Applied Innovations

Análisis

RESUMEN

Se trata de primer edificio alimentado energéticamente con algas.

Su uso es de viviendas y tiene 5 plantas, las fachadas que se orientan al sol poseen unas cápsulas unidas a estas, las cuales poseen microalgas.

Estas microalgas, no más grandes que una bacteria, son capaces de producir su propia energía.



CARACTERÍSTICAS A DESTACAR

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Diseño interior simple para permitir función neutral con usos reconfigurables.
- Unión del diseño estructural adaptable con las tecnologías inteligentes.
- En el proceso no se genera CO₂.
- Algas extraídas directamente de un río.
- Orientación de los paneles hacia el sol de forma automática.
- Ciclo cerrado de energía.

INSTALACIONES BIOFÍLICAS

RELACIONADO CON LA PROPUESTA

- Uso de las algas para generar biomasa.
- Recolección de energía absorbiendo la luz que no absorben las algas y conversión de esta en calor, tanto para agua caliente o calor directamente.
- La fachada también cumple los propósitos convencionales de aislar el edificio de sonido, gracias al agua y al espacio que encierra esta segunda capa, produciendo a su vez un almacenamiento temporal.
- Control de luz y aporte de sombra.

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO



– Luz



Aire



– Agua



– Plantas



Animales



Ecosistema



Fuego

INSTALACIONES



V. Higiénica



V. Refrescante



– Climatización



Salubridad



– Iluminación



A. Alimenticio



– A. Energético



– Sonido

FICHA #3

OFICINA GLUMAC SHANGHAI



DATOS

Localización: Shanghai, China

Uso: Oficina

Superficie: 930 m²

Año de finalización: 2014

Diseñador/arquitecto: Gensler, Shimizu, GIGA, Glumac y Terrapin Bright Green

Premios: Certificación LEED Platinum CI v4

Análisis

RESUMEN

Esta oficina combina detalles históricos del edificio en el que se encuentra, motivos chinos tradicionales, diseño contemporáneo y diseño biofílico para crear un espacio que celebre el patrimonio del sitio y garantice la comodidad de sus ocupantes.

Con este proyecto se busca alcanzar un nivel de sostenibilidad nunca antes alcanzado en china.



ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO



Luz



– Aire



– Agua



– Plantas



Animales



Ecosistema



Fuego

CARACTERÍSTICAS A DESTACAR

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Vistas a un patio desde los puestos de trabajo.
- Encontramos múltiples motivos orgánicos y plantas por todo el interior.
- Sistemas de distintas instalaciones se dejan a la vista acompañados de carteles que explican su funcionamiento.
- Uso de paneles fotovoltaicos en la cubierta del edificio.
- Colocación de indicadores de calidad del aire, interiores y exteriores, incentivando salir al exterior en ciertos momentos.

INSTALACIONES



– V. Higiénica



V. Refrescante



Climatización



– Salubridad



Iluminación



A. Alimenticio



– A. Energético



Sonido

INSTALACIONES BIOFÍLICAS

RELACIONADO CON LA PROPUESTA

- Uso de sistemas de agua, residuos y electricidad que dependen de procesos naturales. Estos sistemas se posicionan en puntos estratégicos para hacer conscientes a los trabajadores de estos procesos y de los distintos cambios estacionales.
- Un colector de agua de lluvia junto con un sistema de filtrado y deshumidificación aportan agua reciclada a los aseos y a la vegetación.
- Creación de tierra vegetal y compostage a partir de los baños, que se usa como fertilizante para las plantas.
- Plantas de filtrado se instalan para eliminar los contaminantes del espacio interior.

PGA TOUR HEADQUARTERS



DATOS

Localización: Florida, Estados Unidos
Uso: Oficinas
Superficie: 17.373 m²
Año de finalización: 2021 (En proceso)
Diseñador/arquitecto: Foster + Partners
Premios: No constan aún

Análisis

RESUMEN

La nueva sede para la asociación de golf PGA Tour se encuentra junto a un gran lago de agua dulce en Ponte Vedra (Florida). El plan del edificio incluye un sendero de running entre los bosques circundantes e instalaciones de reciclaje por todo el entorno. Se inspira en la vegetación de TPC Sawgrass, por eso se diseña como una extensión del paisaje circundante y aprovecha la luz.



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Entorno natural donde destaca un lago dulce.
- Percepción del interior como el exterior debido a la introducción de luz natural a través de cinco grandes huecos en la cubierta.
- Un gran voladizo se extiende por todo el perímetro del edificio reduciendo las ganancias solares a través de las fachadas acristaladas.
- Uso de paneles fotovoltaicos en la cubierta del edificio.
- Sensación de apertura, transparencia y gran espacialidad.
- En la ideación del proyecto están presentes los conceptos de diseño biofílico.

RELACIONADO CON LA PROPUESTA

- Paneles fotovoltaicos se distribuyen por toda la cubierta, se busca aportar la mayoría de energía al edificio.
- Cinco grandes aberturas aportan luz natural a todo el espacio y dinamismo debido a las luces y sombras, la luz se distribuye por las salas debido a las particiones de vidrio y los pasillos que rodean el atrio central de tres alturas.
- Uso del ETFE para aportar eliminar la idea de vidrio enmarcado.
- Posición estratégica junto al lago para aportar brisas frescas.
- Plantas de filtrado se instalan para eliminar los contaminantes del espacio interior.
- Unas “aletas” mecánicas se calibran a lo largo del día para dar luz necesaria en la parte norte de las oficinas.

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO

-  – Luz
-  – Aire
-  – Agua
-  – Plantas
-  – Animales
-  – Ecosistema
-  – Fuego

INSTALACIONES

-  – V. Higiénica
-  – V. Refrescante
-  – Climatización
-  – Salubridad
-  – Iluminación
-  – A. Alimenticio
-  – A. Energético
-  – Sonido

CARACTERÍSTICAS A DESTACAR

INSTALACIONES BIOFÍLICAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SINGAPUR - SDE4



Análisis

RESUMEN

La Escuela de Diseño y Medio Ambiente (SDE4) se presenta como el primer edificio de „net-zero-energy“ que se construye en Singapur. Su diseño „verde“ busca reflejar el cometido de la escuela de promover el la sostenibilidad y el diseño unidos a la educación. La idea surge de una colección de cajas y plataformas que definen y expresan la disposición programática del edificio.



CARACTERÍSTICAS A DESTACAR

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Se presenta como un volumen transparente donde tanto los espacios interiores como exteriores son ambiguos, haciendo que la conexión entre ellos sea importante.
- Sistema de enfriamiento controlado por los usuarios.
- La paleta de materiales incorpora el hormigón, el acero y el vidrio. Se busca enfatizar los principios del diseño biofílico.
- Diferentes acabados aportan a la superficie distintos tactos y variaciones naturales.
- Uso de luces artificiales que alcanzan valores de alto índice de reproducción cromática.

RELACIONADO CON LA PROPUESTA

- Sistema de enfriamiento híbrido de un solo paso que suministra aire fresco filtrado 100% obteniendo una mayor temperatura y humedad, así como una disminución del dióxido de carbono.
- Todos los espacios cuentan con ventanas grandes, garantizando luz natural en la totalidad de los espacios.
- Ventilación cruzada y natural debido al carácter abierto del edificio. Se usan verandas, terrazas y balcones.
- Paneles modulados de aluminio perforado permiten la entrada de luz y de aire. Posibilidad de ser desmontados con facilidad.
- El paisaje ayuda a purificar la escorrentía del agua desde el techo, eliminando sedimentos y nutrientes solubles.
- Integración de paneles fotovoltaicos en la cubierta.

INSTALACIONES BIOFÍLICAS

DATOS

Localización: Ciudad de Singapur, Singapur
Uso: Universidad
Superficie: 8.500 m²
Año de finalización: 2019
Diseñador/arquitecto: Miltiply Architects, Serie Architects, Surbana Jurong
Premios: Certificación WELL gold

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO

-  – Luz
-  – Aire
-  – Agua
-  – Plantas
-  – Animales
-  – Ecosistema
-  – Fuego

INSTALACIONES

-  – V. Higiénica
-  – V. Refrescante
-  – Climatización
-  – Salubridad
-  – Iluminación
-  – A. Alimenticio
-  – A. Energético
-  – Sonido

SECOND HOME LISBOA



Análisis

RESUMEN

El estudio SelgasCano transforma el mercado más antiguo de Lisboa (Mercado Da Riberira) para crear este espacio de co-working. Se instalan más de 1.000 plantas y árboles, entrando en sintonía con las distintas mesas y los espacios diáfanos. El espacio se divide en dos áreas, una para el trabajo y otra para el uso de bar-cafetería.



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Espacios muy coloridos y verdes, generando zonas de trabajo sanas.
- Gran presencia de la estructura metálica del antiguo mercado, la cual se pinta de colores vivos para distinguir la zona y aportar más energía.
- Inspiración en los invernaderos para las ideas de ventilación y climatización.
- Diseño fluido y orgánico del mobiliario.
- Se colocan plantas en las mesas, en el suelo y en las ventanas, aportando privacidad, ya que funcionan de particiones.

RELACIONADO CON LA PROPUESTA

- Sistema de calefacción y refrigeración radiante.
- Uso de ventilación natural cruzada.
- Tragaluces recorren todo el edificio aportando gran cantidad de luz junto con las ventanas laterales de los espacios de trabajo.
- Uso de las plantas para purificar el aire.
- Uso de plantas para disminuir el ruido generado en el espacio.
- Cambio de atmósferas entre los espacios con distintos usos.
- Mejora de la calidad del aire debido a la gran cantidad de plantas que encontramos.

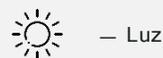
CARACTERÍSTICAS A DESTACAR

INSTALACIONES BIOFÍLICAS

DATOS

Localización: Lisboa, Portugal
Uso: Estudios/Oficinas
Superficie: 1.115 m²
Año de finalización: 2014
Diseñador/arquitecto:
 SelgasCano (Jose Selgas y Lucía Cano)

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO



– Luz



– Aire



Agua



– Plantas



Animales



Ecosistema



Fuego

INSTALACIONES



– V. Higiénica



– V. Refrescante



– Climatización



Salubridad



– Iluminación



A. Alimenticio



A. Energético



– Sonido

FICHA #7

HUERTO URBANO EN LAS OFICINAS DEL GRUPO PASONA

Análisis

RESUMEN

Este proyecto se presenta como una granja de interior, donde se anima a los trabajadores a cultivar su propia comida. un edificio de nueve plantas fue reformado para acoger casi 4.000 metros cuadrados de espacio verde con más de 200 especies de plantas, frutas, vegetales y arroz. Además, en el exterior encontramos un jardín vertical que cubre la fachada.



CARACTERÍSTICAS A DESTACAR

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Encontramos vides de tomate suspendidas en las mesas de conferencias, arboles de limón o maracuyá que hacen la función de particiones interiores, lechuga que se cultiva dentro de las salas de seminarios y brotes de soja se cultivan bajo los bancos.
- Lo alimentos producidos dentro del edificio se consumen directamente en la cafetería y el restaurante del mismo. Reduciendo así energía y costes de transporte.
- No se considera un edificio pasivo, más bien, se considera un “edificio en crecimiento activo” que usa sus elementos para talleres educativos donde aprender prácticas agrícolas.

INSTALACIONES BIOFÍLICAS

RELACIONADO CON LA PROPUESTA

- Uso de agricultura hidropónica como agricultura del suelo.
- Encontramos una fachada verde de doble piel donde flores y árboles de naranjas se plantan en pequeños balcones.
- Se utiliza un sistema de control climático para controlar la humedad, la temperatura y el flujo de aire en el edificio, asegurando condiciones adecuadas tanto para empleados como para las distintas especies de la granja.
- Los cultivos están equipados con lámparas de halógenos metálicos, HEFL, fluorescentes y LED, además de un sistema de riego automático.

DATOS

Localización: Tokyo, Japón
Uso: Oficinas
Superficie: 19.975 m²
Año de finalización: 2010
Diseñador/arquitecto: KONO Designs

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO



Luz



Aire



Agua



– Plantas



Animales



Ecosistema



Fuego

INSTALACIONES



V. Higiénica



V. Refrescante



– Climatización



Salubridad



Iluminación



– Alimenticio



A. Energético



Sonido

FICHA #8

LEPING FOUNDATION HEADQUARTERS



DATOS

Localización: Bejín, China

Uso: Oficina

Superficie: 1.100 m²

Año de finalización: 2017

Diseñador/arquitecto:

People's Architecture Office

Análisis

RESUMEN

La fundación „Leping“, conocida por su carácter de innovación social, presenta un espacio de trabajo flexible, espontáneo y que promueve un estilo de vida activo y energético.

Lo más característico del lugar es la pista de atletismo que lo recorre y que está „cubierta“ por un circuito hidropónico suspendido.

También se diseñan espacios de trabajo personalizados que forman espacios sociales.



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Destaca la “montaña” artificial que se encuentra en el lateral del circuito.
- El diseño de la oficina parte de la idea de que una actividad moderada puede ser tan beneficiosa como el ejercicio, sobre todo para la salud mental.
- Las estaciones de trabajo se diseñan por la propia oficina para crear pequeños espacios sociales, incluyendo cocina y espacio de salón.

RELACIONADO CON LA PROPUESTA

- Los jardines hidropónicos suspendidos contienen plantas comestibles y hierbas aromáticas que, además de proporcionar aporte alimenticio, limpian el aire interior.
- Además de los jardines, encontramos un sistema de filtración del aire para garantizar una eliminación total de la contaminación del aire característica de Bejín.
- Los cultivos del jardín hidropónico se consumen en la misma oficina, en una cocina abierta.

CARACTERÍSTICAS A DESTACAR

INSTALACIONES BIOFÍLICAS

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO



Luz



Aire



Agua



– Plantas



Animales



Ecosistema



Fuego

INSTALACIONES



V. Higiénica



V. Refrescante



Climatización



– Salubridad



Iluminación



– A. Alimenticio



A. Energético



Sonido

FICHA #9

KOI CAFÉ



DATOS

Localización: Hanoi, Vietnam

Uso: Cafetería

Superficie: 88 m²

Año de finalización: 2017

Diseñador/arquitecto:

Farming Architects

Premios: Building of the Year 2018, Premio Internacional de Arquitectura BAKU 2017.

Análisis

RESUMEN

Cafetería que apuesta por un sistema de acuaponía como elemento integrador del diseño. Este proyecto reforma un antiguo edificio de 3 plantas añadiéndole una estructura metálica que permite un sistema rápido de montaje y desmontaje.

En la zona de acceso encontramos un patio con un acuario escalonado en dos alturas que contiene peces koi. Todo el mobiliario de la cafetería se dispone en relación visual con el agua y los peces.



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- La parte superior de la terraza de la 3ª planta se cubre con una malla metálica que permite que crezcan plantas colgantes.
- Se recicla la madera anterior a la reforma para el mobiliario y acabados interiores. Los materiales se eligen según la disponibilidad en el área local.
- Una cascada baja de la segunda planta a un tanque en la primera y desde ahí a un estanque lleno de carpas koi.
- La presencia de vegetación y de agua aporta un ambiente fresco.

RELACIONADO CON LA PROPUESTA

- Encontramos cultivos de hortalizas que se consumen allí mismo.
- Sistema autosuficiente de acuaponía. El agua de la pecera se oxigena gracias a las cascadas, algo beneficioso para los peces
- Los desechos producidos por los peces se bombean a la cubierta vegetal, proporcionando riego a las plantas, y funcionando a su vez como filtro de este agua (las bacterias en el suelo convierten el amoníaco de los peces en nitratos), que más tarde se devuelve al acuario purificada.
- La presencia de vegetación y de agua aporta un ambiente fresco, además de filtrar la entrada de luz natural.
- Presencia de paneles solares.

CARACTERÍSTICAS A DESTACAR

INSTALACIONES BIOFÍLICAS

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO



– Luz



Aire



– Agua



– Plantas



– Animales



Ecosistema



Fuego

INSTALACIONES



V. Higiénica



V. Refrescante



– Climatización



– Salubridad



– Iluminación



– A. Alimenticio



– A. Energético



Sonido

THE NEST CITY LAB



Análisis

RESUMEN

La renovación de un antiguo espacio de fundición en el barrio Poble Nou de Barcelona se acaba convirtiendo en un espacio de *coworking* en el que conviven muchas actividades como, la permacultura, una granja urbana aeropónica, un espacio de yoga, un centro multimedia o una cocina industrial vegetariana.

El objetivo principal de los diseñadores es fomentar un estilo de vida que reduzca la huella ecológica.



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Insectos y pájaros ayudan a polinizar y a mantener un equilibrio entre el ecosistema humano y el vegetal.
- Se usan materiales naturales y reciclables, como la madera, cal, pinturas naturales o aceites vegetales. Estos, proporcionan una mayor calidad del aire interior.
- En todo momento hay vistas de elementos o procesos naturales.
- Se elimina el suelo de hormigón para recuperar un contacto más natural con el suelo.

RELACIONADO CON LA PROPUESTA

- Se obtiene agua de un acuífero y junto con el agua de lluvia se usa para baños, limpieza y riego.
- Todos los espacios presentan ventilación natural cruzada gracias a ventanas operables y a la cubierta de cristal móvil (tipo invernadero).
- Un bosque comestible ayuda a regular la temperatura y aporta alimento de muchos tipos.
- Presencia de fachadas vegetales con distintos sistemas de riego
- Se perciben sonidos naturales creados por el agua, la brisa, los animales, etc.
- Luz natural durante todo el día y todo el año. Mallas que se activan con la temperatura controlan la cantidad de radiación.

CARACTERÍSTICAS A DESTACAR

INSTALACIONES BIOFÍLICAS

DATOS

Localización: Barcelona, España

Uso: Permacultura

Superficie: 1.500 m²

Año de finalización: 2013

Diseñador/arquitecto:

Apocapoc

Premios: Certificación LEED Platinum

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO



– Luz



– Aire



– Agua



– Plantas



– Animales



Ecosistema



Fuego

INSTALACIONES



– V. Higiénica



V. Refrescante



– Climatización



– Salubridad



– Iluminación



– A. Alimenticio



A. Energético



– Sonido

FICHA #11

GATES - GOOGLE AUSTIN



DATOS

Localización: Texas, Estados Unidos

Uso: Oficina

Superficie: 27.870 m²

Año de finalización: 2017

Diseñador/arquitecto: CTA Architects and Engineers, DPR Construction Co, Trammell Crow.

Premios: Certificación LEED Gold

Análisis

RESUMEN

Esta torre de oficinas de 29 pisos alberga oficinas de gran prestigio como la de Google Inc., la cual encontramos en el piso 25. Esta empresa llena el rascacielos con diseños y servicios de vanguardia, encontramos una variedad de espacios de trabajo siempre abiertos, con terrazas e impresionantes vistas de la ciudad. También cuenta con espacios dedicados al bienestar o espacios de cafetería, entre algunos otros.



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Encontramos “espinas” verticales de madera que van formando un camino junto con formas que inspiran la idea de rocas.
- Se aplican diseños que varían en escala y en textura para generar patrones y formas en algunas de las salas.
- Se eliminan las líneas que separan el interior del exterior, igualando las condiciones que se presentan debido a la orientación. Las zonas que dan al sur son más verdes y presentan formas orgánicas y materiales naturales, mientras que las zonas al norte presentan una apariencia urbana y formas simples.
- Un cinturón verde une los distintos pisos.

RELACIONADO CON LA PROPUESTA

- Un sistema de circuito cerrado captura y reutiliza el agua no potable, redirigiéndola a baños o riego de vegetación.
- Una cascada de agua recogida por el sistema de HVAC recorre varios pisos, recordando al ecosistema húmedo de Austin.
- Se usa un sistema sonoro con elementos de paisaje para distintos espacios, creando distintas transiciones entre zonas, las cuales se delimitan gracias a este sistema.
- Las zonas de trabajo se ubican en el perímetro del edificio para poder obtener la mayor cantidad de luz natural.

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO



– Luz



Aire



– Agua



– Plantas



Animales



Ecosistema



Fuego

INSTALACIONES



V. Higiénica



V. Refrescante



– Climatización



– Salubridad



– Iluminación



A. Alimenticio



A. Energético



– Sonido

CARACTERÍSTICAS A DESTACAR

INSTALACIONES BIOFÍLICAS

FICHA #12

CAMPUS DE LINKEDIN EN MIDDLEFIELD



DATOS

Localización: California, Estados Unidos

Uso: Oficinas

Superficie: 65.032 m²

Año de finalización: 2017

Diseñador/arquitecto: SERA Architects, XL Construction.

Premios: Certificación LEED NC Gold

Análisis

RESUMEN

Este proyecto de LinkedIn unifica 3 edificios existentes para crear sus oficinas de una forma coherente y respetuosa con el medio ambiente.

En este campus encontramos un paseo central que organiza la circulación entre cada uno de los 3 edificios, los cuales se reorientan para maximizar la conexión con el entorno natural.

La estrategia principal del proyecto es el bienestar teniendo en cuenta en todo momento el contexto, Middlefield.



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Refuerzo de la relación interior-exterior con la reorientación de las entradas a los edificios y el cambio de escaleras.
- Se instalan paneles de vidrio ultra claro con relación a la circulación del edificio, así como tubos de luz relacionados con los núcleos de comunicación. Cada edificio se diseña en torno a este nexo central lleno de luz natural.
- Introducción de elementos de madera para generar calidez.
- Se establece un prado entre el área existente de árboles maduros.
- Los sistemas mecánicos apoyan un desperdicio mínimo del agua

RELACIONADO CON LA PROPUESTA

- Uso de grandes tragaluces y huecos que dejan pasar la luz para poder tener luz natural en todas las plantas.
- El agua que producen los sistemas de refrigeración se lleva a tanques de retención que funcionan como fuentes para pájaros.
- Sensores de humedad del suelo indican en qué espacios se necesita llevar más o menos agua.
- Uso de la luz natural para generar los recorridos y cómo experimentar los edificios.
- Espacios de doble altura sobre los que se coloca grandes tragaluces permiten la distribución de luz natural.
- Uso de monitores de luz en los espacios de trabajo para controlar la iluminación.

CARACTERÍSTICAS A DESTACAR

INSTALACIONES BIOFÍLICAS

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO



– Luz



Aire



– Agua



Plantas



– Animales



– Ecosistema



Fuego

INSTALACIONES



V. Higiénica



V. Refrescante



– Climatización



Salubridad



– Iluminación



A. Alimenticio



A. Energético



Sonido

CENTRO INFANTIL UNIVERCITY - SFU



DATOS

Localización: Burnaby, Canadá
Uso: Centro infantil
Superficie: 530 m²
Año de finalización: 2012
Diseñador/arquitecto: HCMA
Premios: Certificación Water Petal 2016, Green Building Champion 2013, SAB Canadian Green Building 2012, Best Sustainable 2012 (Urban Development Institute Award), certificación LEED Platinum.

Análisis

RESUMEN

El edificio contiene dos centros de espacios separados que dan servicio a dos grupos de 25 niños cada uno.

Se busca que los niños puedan explorar el agua, el aire, la luz, la gravedad, la vegetación y el cambio de estaciones, tanto en el interior como en el exterior del edificio.

Se trata del primer edificio en el mundo en integrar *Living Building Challenge*, un estándar de rendimiento más riguroso con el entorno.



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Se incorporan plantas nativas del lugar y plantas adaptativas que no requieren riego.
- Calidad del aire interior excepcionalmente saludable.
- Selección minuciosa de los materiales y acabados para garantizar que no hay liberación de gases o algún tipo de exposición química.
- Estructura desmontable que busca tener varios usos.

RELACIONADO CON LA PROPUESTA

- Recolección de agua de lluvia en cisternas para uso del edificio, reduciendo la escorrentía de aguas pluviales. Este agua se reutiliza (tras un tratamiento UV) para la lavadora o para el aseo.
- Las aguas negras y grises se tratan en el sitio después de ser llevadas a un tranque de biorreactor subterráneo (sistema USBF).
- Se instalan ventanas operables para asegurar la ventilación natural.
- Durante el invierno, la unidad de recuperación de calor proporciona aire 100% a cada espacio a través de difusores de ventilación por desplazamiento. El aire caliente sale por el núcleo.
- Si la ventilación resulta insuficiente, las ventilaciones de goteo permiten que entre aire adicional del exterior desde los niveles superiores. Estas se controlan con sensores de CO₂.
- En verano, la unidad de recuperación de calor solo permite salida de aire en las salas que no son aulas.

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO



– Luz



– Aire



– Agua



Plantas



Animales



Ecosistema



Fuego

INSTALACIONES



– V. Higiénica



– V. Refrescante



– Climatización



– Salubridad



– Iluminación



A. Alimenticio



A. Energético



Sonido

CARACTERÍSTICAS A DESTACAR

INSTALACIONES BIOFÍLICAS

ACADEMIA PREPARATORIA HAWAII



DATOS

Localización: Hawaii, Estados Unidos
Uso: Educación
Superficie: 473 m²
Año de finalización: 2010
Diseñador/arquitecto: Flansburgh Architects
Premios: Certificación LEED Platinum, certificación Living Building Challenge

Análisis

RESUMEN

Diseñado como centro de educación dedicado al estudio de la energía alternativa, se trata de un edificio totalmente sostenible que funciona con cero energía, sobre todo porque el objetivo del proyecto es educar a los estudiantes sobre los sistemas de vida sostenibles y la conciencia ambiental.

Alberga pequeñas salas de proyectos, espacios de investigación y laboratorios.



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Se busca la vinculación del espacio interior con el paisaje.
- Orientación al sur para optimizar el rendimiento de los paneles solares.
- Uso de puertas de vidrio operables para poder mantener las vistas.
- Disposición escalonada de los espacios interiores que refleja la topografía de la ladera en la que se encuentra.

RELACIONADO CON LA PROPUESTA

- Se genera energía con placas solares y molinos de viento.
- Se captura y se filtran las aguas residuales que genera el edificio y se usan para generar agua caliente (gracias a los paneles solares).
- Ventilación natural en todo el edificio. Unas persianas automáticas mantienen los niveles de temperatura y humedad relativa para estar en confort en todo momento. Si es necesario, posibilidad de inducción de flujo de aire.
- Ubicación a barlovento para aprovechar los vientos del lugar.
- Uso de un sistema de enfriamiento radiante como alternativa al aire acondicionado. El agua circula por los paneles térmicos por la noche para poder enfriarse y almacenarse en un tanque.
- El control de la luz natural se hace con tragaluces de policarbonato, celosías de madera y persianas enrollables.
- Un sistema regula las condiciones interiores con sensores.

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO

-  – Luz
-  – Aire
-  – Agua
-  – Plantas
-  – Animales
-  – Ecosistema
-  – Fuego

INSTALACIONES

-  – V. Higiénica
-  – V. Refrescante
-  – Climatización
-  – Salubridad
-  – Iluminación
-  – A. Alimenticio
-  – A. Energético
-  – Sonido

CARACTERÍSTICAS A DESTACAR

INSTALACIONES BIOFÍLICAS

PABELLÓN JOSEY DE LA FUNDACIÓN DIXON WATER

Análisis

RESUMEN

Diseñado como centro de educación y reuniones que promueve la salud del ecosistema que lo rodea a través de una gestión sostenible de la tierra y el suelo.

Sirve como sitio de demostración para la Fundación Dixon Water, donde se hacen pruebas de limpieza de cauces.

Consta de dos edificios diseñados para poder acoger distintos tipos de usos. Los dos pabellones se encuentran conectados por un pórtico.



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Uso del pino en la estructura, el cual se trata de un material local y de baja emisión de carbono. Solo se usan materiales con bajo impacto ambiental y que no tengan efectos negativos contra la salud.
- Se diseña para adaptarse a las condiciones climáticas durante todo el año.
- Se incluye un tanque de tratamiento primario, un humedal, un sistema subterráneo, un tanque de almacenamiento subterráneo y un sistema de riego por goteo.

RELACIONADO CON LA PROPUESTA

- Las paredes se pliegan y se despliegan en función de la temperatura y del viento. Así, se captura brisa fresca en verano y se bloquea en invierno (se tiene en cuenta la orientación).
- Uso de paneles solares.
- El agua de lluvia se recoge desde el techo y a través de un humedal se limpia y se filtra para ser llevada posteriormente al acuífero.
- Los árboles existentes aportan sombra al espacio de reunión.
- La cúpula central aporta luz natural al pabellón central, además de servir como punto de extracción del aire caliente que sube.
- Las aguas residuales se tratan en el lugar, haciendo un ciclo cerrado, ya que se usan para riego posteriormente.
- Uso de ganado para mejorar el ecosistema natural.

CARACTERÍSTICAS A DESTACAR

INSTALACIONES BIOFÍLICAS

DATOS

Localización: Decatur, Estados Unidos

Uso: Educación y sala de reuniones

Superficie: 501 m²

Año de finalización: 2014

Diseñador/arquitecto: Lake|Flato Architects

Premios: Premio de honor en los AIA San Antonio Design Awards, premio Architizer A+ en Sustainability & Architecture.

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO

-  – Luz
-  – Aire
-  – Agua
-  – Plantas
-  – Animales
-  – Ecosistema
-  Fuego

INSTALACIONES

-  – V. Higiénica
-  – V. Refrescante
-  Climatización
-  – Salubridad
-  – Iluminación
-  A. Alimenticio
-  – Energético
-  Sonido

ANEXO II

OFICINAS DEL ESTUDIO MURMURO GEN DESIGN

BLOQUE I Identificar las respuestas y resultados deseados

1) ¿Cuáles son las prioridades de salud o rendimiento de los usuarios?

El tratarse de una oficina se busca un ambiente saludable para los trabajadores en donde la prioridad es la reducción de estrés y el favorecimiento del rendimiento, la productividad, la concentración, la creatividad y el bienestar en general.

2) ¿Existen actualmente medidas relacionadas con el diseño biofílico? ¿Existe alguna implantación en marcha?

Encontramos grandes ventanales para aprovechar la luz natural.

3) ¿Cuáles son los servicios en los que se desea intervenir desde el punto de vista del confort y la salud global de las personas?

En la climatización, ventilación del espacio general con posibilidad de introducir instalaciones menos convencionales que puedan ser aprovechadas por los trabajadores.

4) ¿Cuáles son los elementos del proyecto que desea mantener bajo cualquier circunstancia?

Se deben mantener las preexistencias incluyendo rastros de la fase de construcción para dar importancia a la historia del edificio.

BLOQUE II Contexto de la intervención

1. Localización

1.1. Entorno Urbano Rural

1.2. ¿Se pueden aprovechar los materiales locales? Si No

¿Cuáles? Mármol, madera, granitos, gneis y pizarras

1.3. Clima Cálido Templado Frío

1.4. Vegetación nativa

¿Cuál? Roble carballo, roble albar, avellano, abedul, flora de tipo mediterráneo.

1.5. Densidad del lugar Alta Media Baja

Limitaciones en el entorno del edificio Se encuentra en un bloque de oficinas, por lo que sus limitaciones se deben a encontrarse a gran altura y ocupar un espacio concreto de la planta.

2. Variables climáticas

2.1. Elementos		2.2. Factores geográficos		2.3. Factores atmosféricos		
Precipitación media anual	762 mm	Latitud	41,55	Circulación en altura	Velocidad	10,5-8 km/h
Humedad media	75%	Situación	Entre masas		Desplaz. estacional	Monzón
Temperaturas	-6,3-41,3°C	Relieve	Disposición	Circulación en superficie	Centros de acción	Azores
Insolación	2.540 h/año		Altura		Masas de aire	Húmedas
Presión atmosférica	1010 hPa		Orientación		Frentes	Sin datos
Viento	10,5-8 km/h	Influencia del mar	Atlántico			

3. Consideraciones de las necesidades de los usuarios y usos

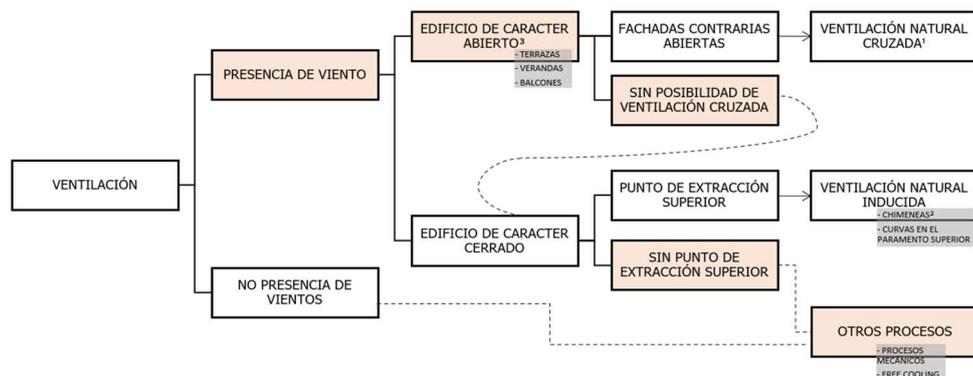
3.1. Usos Oficinas y espacio de cocina

3.2. Usuario específico Trabajadores del estudio

3.3. Consideraciones especiales a tener en cuenta Ninguna

BLOQUE III Instalaciones biofílicas

1. Ventilación



Consideraciones de diseño

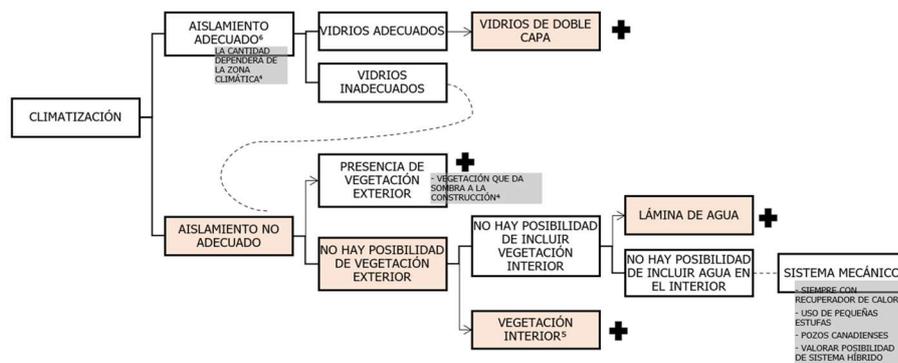
- * Buscar siempre una orientación favorable.
- * La posición estratégica de una lámina de agua aportará brisas frescas.
- * Si es posible, siempre incorporar terrazas, balcones o patios.
- * Mejor aprovechamiento de los vientos en todas las estaciones si se trata de una construcción aislada que rodeada o adosada.
- * Uso de ventanas operables o colocación de rejillas y celosías que controlen la cantidad de aire.
- * Evitar ventilación natural cruzada en usos relacionados con la salud.

¹ En climas templados se potencia el uso de edificios enterrados con mucha masa para garantizar ventilación cruzada. En climas fríos, uso de la ventilación para eliminar el exceso de humedad.

² Uso de chimeneas en climas fríos, sobre todo.

³ En climas cálidos-secos uso de pequeños patios autosombreados por el edificio para evitar la circulación de aire caliente.

2. Climatización



Consideraciones de diseño

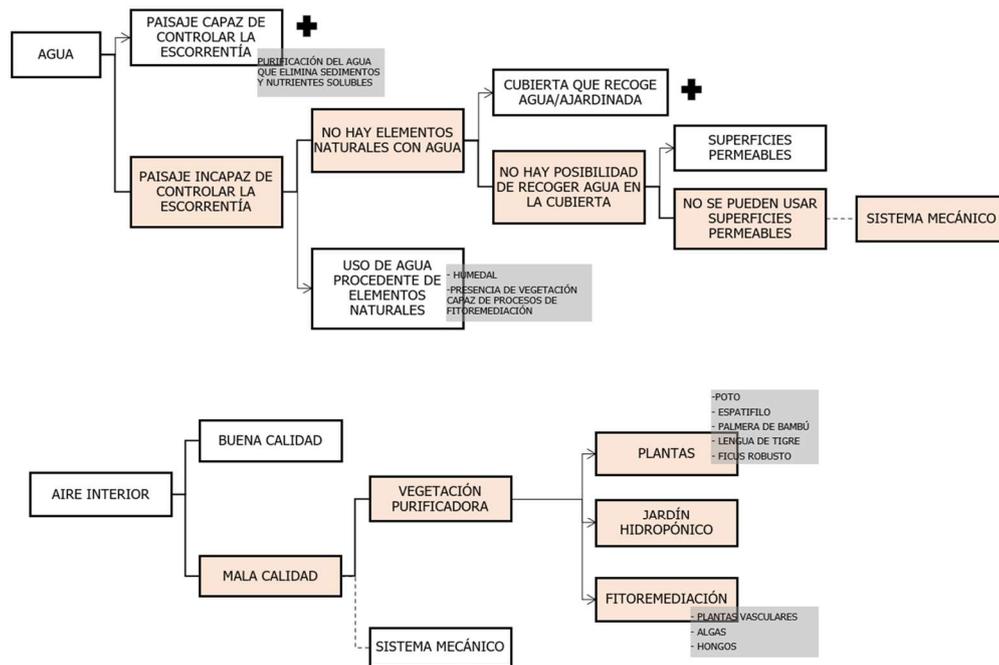
- * Uso de fachada vegetal en todos los casos que sea posible.
- * Uso de paneles con algas para generar sombreadamiento en todos los casos que sea posible.
- * Es preferible el uso de vidrios de doble capa o superior.
- * Aislamiento con materiales ecológicos, de bajo impacto ambiental y no tóxicos, incluso uso de cubiertas estanque.

⁴ Importancia del uso de vegetación que da sombra sobre todo en climas cálidos-húmedos.

⁵ En climas cálidos-secos, uso de vegetación para crear enfriamiento evaporativo.

⁶ En climas cálidos-secos, uso de grandes muros y construcciones pesadas. En climas cálidos-húmedos, uso de muros y cubiertas ligeras. En climas templados, uso de muros gruesos con materiales aislantes. En climas fríos, uso de materiales de cavado interior y de calentamiento lento para los muros exteriores.

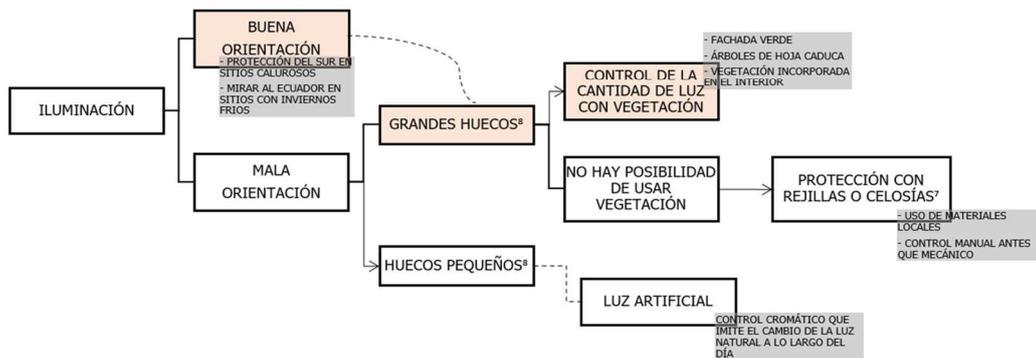
3. Salubridad



Consideraciones de diseño

- * En todos los casos debe considerarse el reciclado de aguas grises producidas en el mismo edificio.
- * Plantear sistemas de circuito cerrado.
- * El agua recogida siempre se debe filtrar.
- * Normalmente, reutilización del agua filtrada para riego y aseos.
- * Siempre que sea posible, uso de un calentador de agua solar.

4. Iluminación



Consideraciones de diseño

- * Uso de grandes tragaluces en cubierta y grandes huecos en fachada para asegurar una buena iluminación natural.
- * La protección que no sea vegetal, debe ser mecánica o manual para adaptarse a las preferencias del usuario.
- * Posible reflexión de la luz en casos puntuales.
- ⁷ Uso de huecos operables sobre todo en climas templados.
- ⁸ En climas cálido-secos convienen huecos pequeños. En climas cálido-húmedos uso de huecos grandes. En climas de montaña, huecos medianos. En todos los casos, siempre protegidos de la radiación.

5. Abastecimiento alimenticio	
Distintas formas de llevarlo a cabo:	
Agricultura hidropónica	Posible introducción en los espacios comunes.
Cultivos convencionales	Posible introducción en el espacio de cocina.
Acuaponía	
Bosque comestible	
Instalaciones convencionales	
Consideraciones de diseño	
* Siempre se deben comparar las condiciones que necesitan los cultivos y las condiciones que necesitan las personas. Elección de la vegetación según las segundas condiciones.	
6. Abastecimiento energético	
Distintas formas de llevarlo a cabo:	
Biomasa (algas, estufas, pellets, etc.)	
Paneles solares	
Molinos de viento	
Geotermia	
Instalaciones convencionales	Ya que se trata de un bloque de oficinas, no es seguro poder usar las demás posibilidades.
Consideraciones de diseño	
* Considerar el espacio que necesita cada instalación.	
* Mayor posibilidad de que no haya una pérdida de energía en construcciones con forma regular y diseño compacto.	
7. Sonido	
Distintas formas de llevarlo a cabo:	
Aislamiento con paramentos de agua entre vidrios	
Vegetación para la reducción del ruido interior	Posibilidad de introducir vegetación en todos los espacios.
Instalaciones convencionales	
Consideraciones de diseño	
* La introducción de sonidos naturales artificialmente o provocados por otras instalaciones biofílicas será beneficioso para la salud y el bienestar.	

BLOQUE IV Evaluación

1. Diagnóstico general

CI – CALIDAD DE LA INTERVENCIÓN

CI1 – Riqueza del contenido

CI2 – Accesibilidad de los usuarios

CI3 – Diversidad de estrategias

CA – CALIDAD AMBIENTAL

CA1 – Calidad del aire

CA2 – Calidad del agua

CA3 – Calidad del suelo

PB – PATRONES BIOFÍLICOS

PB1 – Conexión visual con la naturaleza

PB2 – Conexión no-visual con la naturaleza

PB3 – Estímulos sensoriales no rítmicos

PB4 – Variaciones térmicas y corriente de aire

PB5 – Presencia de agua

PB6 – Luz dinámica y difusa

PB7 – Conexión con sistemas naturales

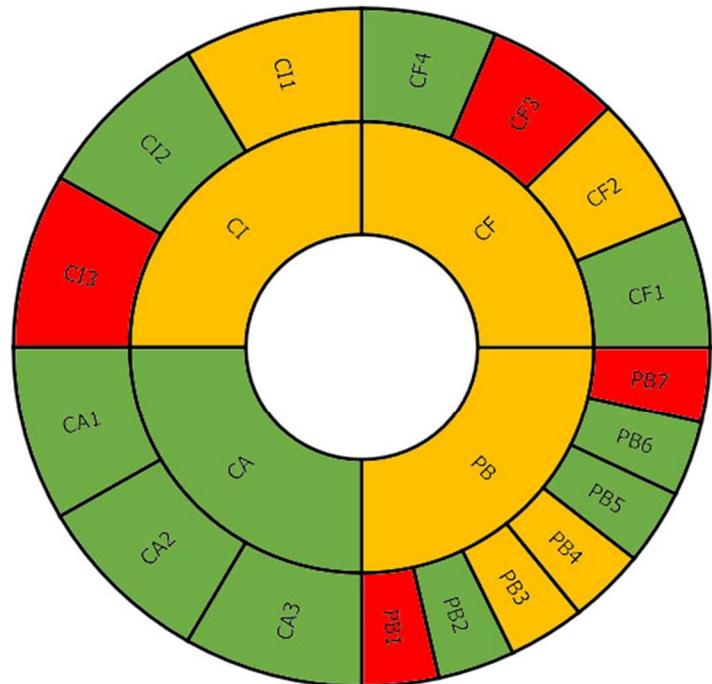
CF – CONFORT

CF1 – Confort térmico

CF2 – Confort acústico

CF3 – Cantidad de luz del día

CF4 – Salud y bienestar biológicos humanos

**IN** Insuficiente**ME** Mejorable**SA** Satisfactorio**NA** No aplicable

2. Control de la eficiencia/efectividad de las instalaciones con el paso del tiempo

* Tener en cuenta que los paisajes y las necesidades de las personas están en constante cambio.