



**ETSAVA**  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

---

# LA CERTIFICACIÓN LEED A TRAVÉS DE SUS EDIFICIOS

## EDIFICIO LUCIA

---

ALUMNA: MARTA MARTÍNEZ VERA

TUTOR: ALBERTO MEISS

GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA 2015-2020





---

*“La arquitectura, para ser buena, lleva implícito ser sostenible”*

**Eduardo Souto de Moura**

---



## RESUMEN

Los temas de sostenibilidad cada vez están más de moda y adquieren mayor importancia. En el campo de la arquitectura todavía más. El sector de la construcción es, junto con el de la industria, uno de los más contaminantes del planeta y esto hace que la corriente de arquitectura sostenible tenga mayor valor en la actualidad.

Para saber el impacto que suponen las construcciones en el medio ambiente, existen diversos sistemas de medición y valoración en forma de certificaciones, como BREEAM, Minergie, LEED, WELL y muchas otras con diferentes características dependiendo del país, tipo de edificación en la que se apliquen, etc. Sin embargo, todas ellas tienen un objetivo común, la reducción del impacto ambiental.

En este caso, se desarrolla la certificación LEED de origen estadounidense, de posible aplicación a todo tipo de edificaciones, la cual se cimienta sobre siete principios básicos: sitios sostenibles, eficiencia del agua, energía y atmósfera, materiales y recursos, calidad del ambiente interior, innovación en diseño y prioridad regional. Uno de los mejores ejemplos en los que se aplica este método es el edificio LUCIA de la Universidad de Valladolid donde se emplea como una estrategia de diseño para edificios de nueva construcción.

## SUMMARY

*Sustainability issues are becoming more fashionable and becoming more important. In the field of architecture even more. The construction sector is, along with that of industry, one of the most polluting on the planet and this makes the current of sustainable architecture more valued today.*

*To know the impact of constructions on the environment, there are various measurement and valuation systems in the form of certifications, such as BREEAM, Minergie, LEED, WELL and many others with different characteristics depending on the country, type of building in which they are applied, etc. However, they all have a common goal, reducing environmental impact.*

*In this case, the LEED certification of American origin, possible application to all types of buildings, is developed, which is based on seven basic principles: sustainable sites, water efficiency, energy and atmosphere, materials and resources, quality of the interior environment, innovation in design and regional priority. One of the best examples in which this method is applied is the LUCIA building of the University of Valladolid where it is used as a design strategy for newly built buildings*



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>pág. 7</b>
1.1. Desarrollo sostenible	pág. 8
<b>2. CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE</b>	<b>pág.13</b>
2.1. Precedentes	pág.13
2.2. El sector de la construcción	pág.14
2.3. ¿Qué es un edificio sostenible?	pág.15
2.4. Principios	pág.16
2.4.1. Recursos naturales	pág.18
2.4.2. Energía	pág.19
2.4.3. Agua	pág.22
2.4.4. Suelo	pág.23
2.4.5. Entorno	pág.24
2.4.6. Aire	pág.24
2.4.7. Materiales	pág.25
2.4.8. Residuos	pág.27
2.5. Normativa	pág.29
2.6. Arquitectos sostenibles	pág.30
2.7. Medir la sostenibilidad	pág.32
<b>3. CERTIFICACIONES ENERGETICAS</b>	<b>pág.33</b>
3.1. Certificación Passivhaus	pág.39
3.2. Certificación BREEAM	pág.42
3.3. Certificación VERDE	pág.46
3.4. Certificación DGNB	pág.49
3.5. Certificación Minergie	pág.51
3.6. Certificación WELL	pág.52
3.7. Certificación LEED	pág.55
<b>4. CERTIFICACIÓN LEED</b>	<b>pág.57</b>
4.1. ¿Qué es la certificación LEED?	pág.57
4.2. Objetivos LEED	pág.58
4.3. Evolución LEED	pág.58
4.4. Funcionamiento LEED	pág.60
4.4.1. Categorías	pág.60
4.4.2. Prerrequisitos y créditos	pág.62
4.4.1. Niveles	pág.62
4.5. Sistemas de certificación LEED y sus construcciones	pág. 63
4.6. Algunos edificios notables	pág.68

4.7. Beneficios LEED	pág.69
<b>5. EDIFICIO LUCÍA</b>	<b>pág.71</b>
5.1. El solar	pág.72
5.2. Descripción del proyecto	pág.72
5.3. Accesos y conexiones	pág.73
5.4. Cimentación y estructura	pág.74
5.5. Envolverte	pág.75
5.6. Un edificio sostenible	pág.76
5.6.1. Edificio de energía nula y eficiencia energética	pág.77
5.6.2. Ciclo y recuperación del agua	pág.93
5.7. Premios	pág.95
5.8. Análisis y certificaciones	pág.95
<b>6. EL EDIFICIO LUCIA Y SU CERTIFICACION LEED</b>	<b>pág.99</b>
6.1. Créditos LEED	pág.99
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>pág.117</b>
<b>8. REFERENCIAS</b>	<b>pág.119</b>
8.1. Notas	pág.119
8.2. Figuras	pág.122
8.3. Tablas	pág.125
8.4. Gráficas	pág.126
8.5. Anexos	pág.126
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>pág.127</b>
<b>10. ANEXOS</b>	<b>pág.133</b>
10.1. Comparativa de certificaciones	pág.134
10.2. Créditos LEED por categoría	pág.135
10.3. Documentación gráfica LUCIA	pág.138
10.4. Certificación VERDE	pág.143
10.5. Certificación energética	pág.144
10.6. Simulación E-Quest	pág.145
10.7. Certificación LEED	pág.149

## 1. INTRODUCCIÓN.

El Trabajo de Fin de Grado desarrollado a continuación tiene como objetivo el estudio de las condiciones que deben darse en un edificio para que exista una construcción medioambientalmente respetuosa y, a partir de esta, los diferentes métodos y herramientas para evaluar el grado de eficiencia y sostenibilidad que presentan estos. En este caso, se llevará a cabo un estudio más exhaustivo de la certificación LEED, una de las más empleadas internacionalmente, y su aplicación en el Edificio Lucía de Valladolid, considerado, a día de hoy, el edificio más sostenible de Europa y el segundo del mundo.

La idea de realizar este trabajo, y la elección de este tema en concreto, viene como resultado de la creciente importancia de la sostenibilidad en el mundo. Actualmente estamos acostumbrados a ver y oír en el telediario noticias sobre la degradación de nuestro planeta: qué hacemos mal, qué debemos cambiar, cómo afecta a nuestra calidad de vida, a nuestro futuro, etc. El problema de este deterioro en el entorno en el que vivimos es culpa nuestra. Es un tema que nos afecta tanto directa como indirectamente. Pensamos que vivimos bien dentro de las comodidades a las que podemos acceder. No obstante, en un segundo plano nuestras acciones sin control están consumiendo el mundo en el que vivimos y esto es algo que no deberíamos perder de vista dentro de cada campo, como el de la arquitectura.

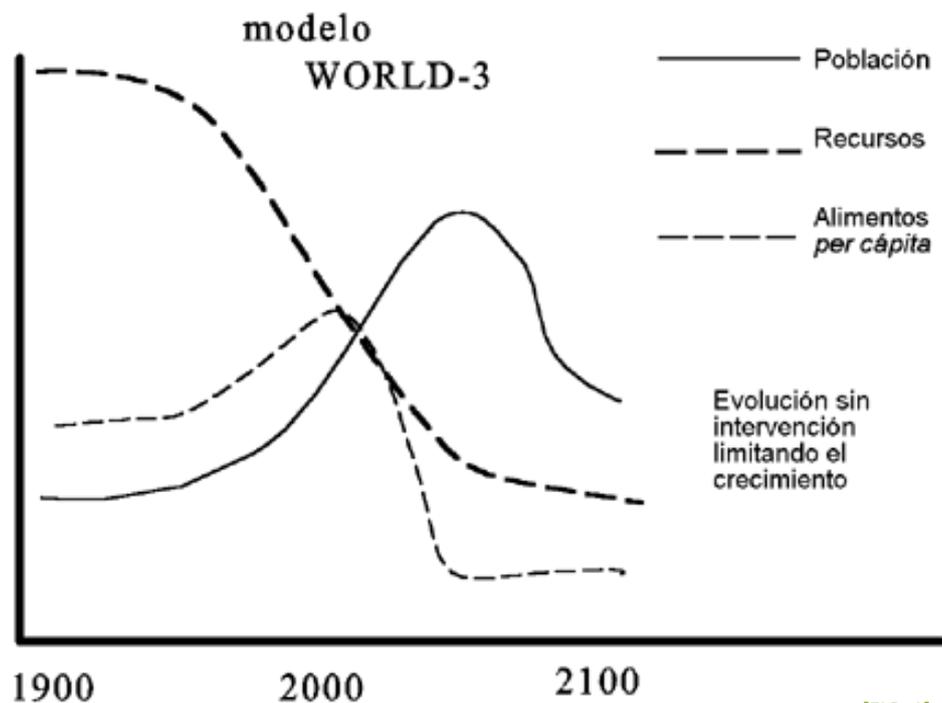
Este tema siempre me ha suscitado un gran interés. Siempre nos han dicho “vive el presente” pero en este caso se muestra la importancia de pensar a medio y largo plazo y actuar de manera que las próximas generaciones puedan vivir con unas condiciones adecuadas como nosotros sin ver reflejadas las malas decisiones que se hayan podido tomar en el presente.

El estilo de vida de las personas ha ido evolucionando muy rápidamente en las últimas décadas debido a los grandes avances científicos, tecnológicos, etc. y otros aspectos, como los problemas ambientales que este rápido desarrollo ha causado y están cada vez más presentes en el debate para la creación de modelos de desarrollo futuros. De esta manera, el concepto de “desarrollo sostenible” se ha convertido en uno de las causas principales de disputa.

## 1.1. DESARROLLO SOSTENIBLE

Existen estudios que apoyan la idea de que si continúa el ritmo de crecimiento y desarrollo de la población y su forma de vida actual, los recursos existentes acabarán por no ser suficientes para atender a sus necesidades. Es decir, el crecimiento económico acelerado existente atentaría contra los objetivos para un desarrollo sostenible que instituciones como las Naciones Unidas establecieron para 2030. En los últimos años, por el contrario, las políticas de preservación del medio y fomento de la sostenibilidad han ido aumentando en todo el mundo. En España existen normativas como la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, Ley 11/2012, de 19 de diciembre, de medidas urgentes en materia de medio ambiente, Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, Real Decreto 484/1995, de 7 de abril, sobre Medidas de Regularización y Control de Vertidos, etc.

En la siguiente imagen se ve una gráfica simulada en el informe Meadows en 1972 con la evolución prevista de la cantidad de población, recursos y alimentos per cápita entre 1900 y 2100, apreciando un gran descenso de los recursos ante el aumento y variabilidad de la población.



[FIG. 1]

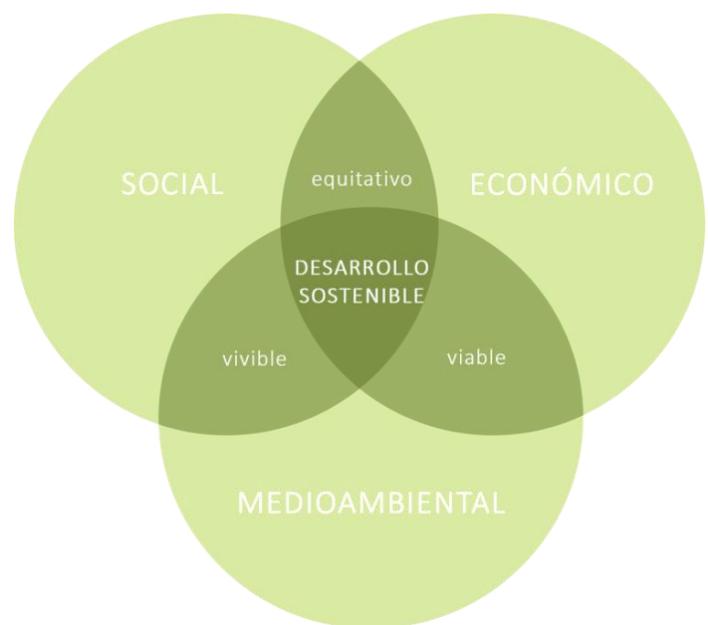
En la actualidad es frecuente emplear el término eficiencia, su significado e implicaciones. Este concepto expone la necesidad de usar el mínimo número de recursos posibles para lograr unos objetivos previamente establecidos. Generalmente, se relaciona la eficiencia con la realización de unas tareas determinadas en el menor tiempo y de la mejor forma posible. No obstante, no es únicamente eso, sino que se refiere a una forma de vida, así como un modo de actuar frente al medio ambiente.

El concepto de “desarrollo sostenible” tiene su origen en torno a los años sesenta. Este término aparece por primera vez en el documento oficial de un Nuevo Mandato de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) que se firmó en 1969 [1] por varios países africanos, aunque sus orígenes tienen lugar tiempo antes. Poco después, surgió la “United States Environmental Protection Agency” (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos) en julio de 1970, una agencia ejecutiva del gobierno federal de EEUU que surge con la preocupación por proteger la salud humana y el medio ambiente y cuyas normas y criterios han influido de forma muy importante en la evolución de teorías y prácticas dentro de las políticas ambientales de todo el mundo.

En 1972, se llevó a cabo una reunión de las Naciones Unidas en Estocolmo donde se presentó un informe conocido como “Los límites del crecimiento” o Informe Meadows realizado por “el Club de Roma” de 1968. Este informe fue el que dio la voz de alarma al proponer límites al crecimiento económico y cambios en los ecosistemas con efectos catastróficos tanto para los sistemas económicos como para los ecológicos, plasmando la grave crisis ecológica que afecta al planeta. El informe tuvo una gran divulgación y fue origen de una preocupación global por la sostenibilidad del planeta, sin embargo, fueron tratados de alarmistas aunque actualmente muchas de sus conclusiones se han cumplido.

Como resultado de todo esto, en el Informe de Brundtland –“Our common future”- elaborado por la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas encabezada por Gro Brundtland en 1987 surge el concepto de desarrollo sostenible, el cual propone “la posibilidad de satisfacer las necesidades de la sociedad actual sin comprometer los recursos y las posibilidades para las generaciones futuras” [2].

Este nuevo concepto intentaba compatibilizar los aspectos ambientales, económicos y sociales desde un punto de vista común. Esta idea surgió de la necesidad de cambiar aspectos del sistema económico existente, el cual se centraba en una máxima producción, consumo, explotación ilimitada de recursos y beneficio propio basado únicamente en criterios de una buena economía, con el cual resultaba totalmente incompatible el buen mantenimiento ecológico del planeta porque un planeta limitado no puede producir recursos de manera indefinida.



[FIG. 2]

El informe Brundtland no hace referencia al concepto de medio ambiente de forma directa, sino que plantea una situación de bienestar, es decir, la calidad del medio ambiente. De esa forma, resalta un principio ético, de responsabilidad hacia próximas generaciones, y dos aspectos de sostenibilidad del entorno: un equilibrio ambiental del planeta y el mantenimiento de los recursos. Aunque este informe no puede atribuirse la creación del concepto de “desarrollo sostenible” si es el responsable de que este adquiera una mayor presencia.



Fue en 1992 cuando se asumió por primera vez el desarrollo sostenible entendido como guía para conseguir la integración entre medioambiente y desarrollo en la “Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo” creada en la Cumbre de la Tierra de Naciones Unidas de Río de Janeiro, donde además se estableció una Comisión para el Desarrollo Sostenible, cuya finalidad era conseguir ese cambio de mentalidad que resultaba tan necesario. Resultado de todo esto fue el documento “Agenda 21” [3] donde se proponía una estrategia para la implantación del desarrollo sostenible en todo el mundo.

Fue también en 1992 cuando se creó el V Programa de acción titulado “Hacia un desarrollo sostenible” donde se reconoce que el camino para alcanzar los objetivos establecidos será largo, al igual que provocar ese cambio de mentalidad será difícil.

[FIG. 3]

En definitiva, el término “desarrollo sostenible” posee un amplio significado. Supone un conjunto de cambios en el ámbito económico, político, social e institucional de todo el mundo y supone un progreso y una evolución positiva. Sus objetivos son tanto cualitativos como cuantitativos y supone un desarrollo ambiental

sostenible paralelo a uno económico pero extendido en el tiempo, cuya finalidad es fomentar la calidad y riqueza de las generaciones futuras, con las que tenemos no solo una deuda económica, sino también ambiental.

Hasta hace unos años, en España el principal objetivo en la construcción era un máximo aprovechamiento bajo criterios puramente económicos, sin seguir el actual modelo de desarrollo sostenible. Se buscaba unos resultados a corto plazo sin incluir aspectos ambientales o sociales. Sin embargo, cada día existe una mayor conciencia sobre este tema, intentándose implantar un modelo que busca un empleo racional de los recursos naturales pensando en generaciones futuras, ayudando al medio ambiente consumiendo a menor velocidad que a la que se producen los recursos. En España existen hoy en día normativas como la LOE (Ley Orgánica de la Edificación), El CTE (Código Técnico de la Edificación), reglamentos específicos de instalaciones, normativas relativas a energías renovables, etc.

Este concepto se puede aplicar también al proceso edificatorio utilizándolo para diseñar, rehabilitar, construir, etc. teniendo en cuenta el gran impacto que esto provoca sobre el medio ambiente, siendo la edificación uno de los sectores más contaminantes en el mundo. En Europa, los edificios consumen el 40% de la energía primaria y generan el 40% de los residuos y en España, esta cifra es similar. El sector supone alrededor del 41% del consumo de los recursos naturales y genera el 30- 40% de los residuos producidos [4].

Hay que tener en cuenta que son necesarias unas 2T de materias primas cada m<sup>2</sup> de vivienda que se construye y la energía necesaria para su obtención, la equivalente a un tercio de la que abastece a una familia durante unos 50 años [5], y los residuos producidos durante los procesos de edificación y demolición suponen más de 1T/año por habitante [6].



## 2. CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

### 2.1. PRECEDENTES

El término "construcción sostenible" deriva del concepto de "desarrollo sostenible" promovido por el Informe Brundtland de 1982, aplicado al ámbito de la arquitectura y de la construcción y entendiendo el desarrollo sostenible como "la capacidad de satisfacer las necesidades de la presente generación sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones".

Durante la Cumbre de la Tierra de Naciones Unidas en Río de Janeiro de 1992 se llevó a cabo una reunión paralela con el fin de conocer el nivel de conocimiento en cada campo. Entre ellos se encontraba el ámbito de los arquitectos los cuales procedían de corrientes anteriores como la arquitectura solar, la arquitectura bioclimática o arquitecturas alternativas.

A lo largo de 1993 la Unión Internacional de Arquitectos reconoció de manera oficial el principio de sostenibilidad o sostenibilidad en la arquitectura. Posteriormente, en 1998 se publicó un documento titulado "An Introduction to Sustainable Architecture" (Introducción a una Arquitectura Sostenible) procedente de la Escuela de Arquitectura y Planeamiento Urbano de la Universidad de Michigan (EEUU) donde se pretendía sintetizar los principios básicos de una arquitectura sostenible.

En 2004 se intenta unificar un único pensamiento sobre la arquitectura a través de la publicación del "Diccionario de Arquitectura" en Argentina dando origen a términos como bioclimática, sostenible, etc. Sin embargo, esta nueva corriente seguía provocando polémica. Así, en octubre de 2005 se realizó el Primer Seminario Internacional de Arquitectura Sostenible, Sustentable y Bioclimática en la ciudad de Montería (Colombia) con la finalidad de llegar a un acuerdo entre los distintos especialistas iberoamericanos.

En marzo de 2006 se publicó la mayor tirada del coleccionable de Arquitectura Sostenible en Argentina para aclarar el uso del término de arquitectura sostenible, concretar sus principios y analizar algunas de las obras consideradas de esta corriente.

A partir de 2009 comienzan a surgir ramas y carreras dentro de las universidades de arquitectura dedicadas a la especialización en temas de sostenibilidad en todo el mundo. Algunas de las que surgen en España son el Programa de Especialización Profesional Máster Avanzado en Arquitectura Sostenible y Bioclimática en España en la Universidad de Valencia; el grupo de investigación de Javier Neila sobre Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible-ABIO en la Universidad Politécnica de Madrid; Máster en Certificación de Diseño Sostenible y Arquitectura Bioclimática en la Universidad Politécnica de Barcelona; etc.

## 2.2. EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

El sector de la construcción se ha convertido en uno de los más importantes en cuando a la economía de España se refiere. Además, con todos los agentes y procesos que intervienen en él, es uno de los sectores que, junto con la industria, provoca mayor impacto ambiental.

Este impacto tiene lugar en la extracción de las materias primas y su transformación mediante procesos industriales, en la construcción de los edificios y durante y al final de la vida útil de estos. Es decir, es un proceso complejo donde intervienen muchos factores y existen diversas consideraciones para alcanzar mejoras que resulten efectivas.

No existen unos datos totalmente reales y fiables e incluso, en algunos casos aparecen contradicciones entre diferentes fuentes. Esto se debe a la toma de datos internacionales donde hay distintas normativas, materiales y sistemas constructivos variados, consumos distintos, etc. en cada uno de los países. En cualquier caso, existen ciertos datos en los que se parece estar de acuerdo y resultan negativos:

<<-El 60% de los materiales que se extraen de la litosfera, tienen como destino la construcción.

-El 50% de las emisiones de CO2 emitidas a la atmósfera tienen su origen en la construcción y en el uso de los edificios.

-El 40% de la energía primaria consumida en el planeta y el 75% de la electricidad tiene como objetivo los edificios.

-El 20% del agua dulce es consumida en el uso de los edificios.

-El 60% de los residuos sólidos se producen en la construcción y deconstrucción de los edificios (1,3 Tm por persona/año). >> [7]

Todos estos datos, junto con otros menos representativos, nos indican que se debe comenzar un proceso de cambio a gran escala dentro del sector de la construcción para poder alcanzar un modelo de acuerdo al nuevo concepto de desarrollo sostenible, aplicado a la arquitectura. En los últimos años, han aparecido diversas tendencias para lograr los objetivos de sostenibilidad.



[FIG. 4]

Se habla de una serie de objetivos que a primera vista resultan inalcanzables como emisiones o residuos cero, sin embargo, hemos de dirigir todos los esfuerzos hacia ellos. La entrada en vigor del CTE (Código Técnico de la Edificación) ha aumentado el nivel de exigencia técnica requerida a los edificios y seguirá haciéndolo voluntaria y reglamentariamente para conseguir dichos objetivos de sostenibilidad que permitan reducir al máximo los impactos que este sector provoca en el entorno.

### 2.3. ¿QUÉ ES UN EDIFICIO SOSTENIBLE?

Entendemos una construcción sostenible como un concepto global que analiza y disminuye el impacto ambiental de todos los procesos implicados antes, durante y tras la construcción del edificio (planificación urbanística, diseño, construcción, uso y mantenimiento y fin de vida). Para ello, se tiene en cuenta los materiales y recursos naturales, las técnicas de construcción, el entorno urbano y su desarrollo, el consumo energético, los residuos e incluso los materiales resultados de la demolición, basándose en una gestión adecuada junto con la reutilización de los recursos naturales. Esto tiene como resultado productos edificatorios y urbanos eficientes y respetuosos con el medio ambiente y con sus ocupantes.

Los edificios consumen gran parte de los recursos naturales (entre el 20% y el 50%) [8] provocando de alguna manera un aumento de las emisiones (28% de las emisiones de CO<sub>2</sub> de todo el planeta) [9] y contaminación a lo largo de todo el proceso constructivo. Sobre este impacto, también influyen otros aspectos como el emplazamiento en el entorno, la generación de residuos con dificultad para su reciclaje, etc.

En un edificio sencillo se llegan a utilizar más de 100 tipos de materiales, todos ellos transformados previamente respecto de su estado original. Estos, unidos a técnicas y soluciones constructivas, energía, etc. van conformando el edificio con el fin de adquirir algunas de las condiciones de sostenibilidad o no de acuerdo al diseño de proyecto. Una vez construido el edificio, el cual ha generado ya un determinado impacto en el entorno durante su construcción, este entra en uso aumentando ese impacto, que será mayor o menor de acuerdo con las características de la edificación y de la calidad de uso que le den sus ocupantes.

Mediante un análisis del ciclo de vida de un edificio se puede llegar a conocer más fácilmente las consecuencias ambientales que el proceso de construcción puede provocar y si se trata de un edificio sostenible o no. Estos impactos pueden reducirse en tres aspectos:

-Los edificios o construcciones llevadas a cabo suponen una **ocupación del entorno y transforman** así el medio en el que se ubican.

-La fabricación de los materiales que van a emplearse en el proceso constructivo suponen un **agotamiento de los recursos no renovables** debido al consumo de los recursos fósiles y a una extracción ilimitada de las materias primas.

-Todo el proceso constructivo lleva asociado una **emisión de contaminantes** que afecta al entorno natural junto con la gran cantidad de residuos producidos y vertidos al mismo.

Otros conceptos semejantes a la construcción de edificios sostenibles son la bio-construcción o eco-construcción, relacionada con la construcción tradicional que supone un tipo libre de químicos, empleando materiales de bajo consumo energético, reciclados o de fácil reciclaje; bioclimatismo, que tiene en cuenta aspectos climáticos a la hora de crear un edificio como la radiación solar o el oscurecimiento, el viento, la presión, la temperatura, etc., o nZEB (nearly Zero Energy Buildings), sistemas de construcción modernos que pretende reducir al máximo las necesidades energéticas del propio edificio.

Algunos ejemplos de estos edificios son la Biblioteca Comunitaria de Bishan (Singapur), la Torre Iberdrola de Bilbao (España), el “Museo del Mañana” (Río de Janeiro), el Edificio del Pixel (Australia), etc.



[FIG. 5]



[FIG. 6]



[FIG. 7]



[FIG. 8]

## 2.4. PRINCIPIOS

Los principios que rigen la arquitectura sostenible se rigen de acuerdo a tres principios que se crearon en 1998 en la escuela de Arquitectura y Planeación Urbana en la Universidad de Michigan. Estos son:

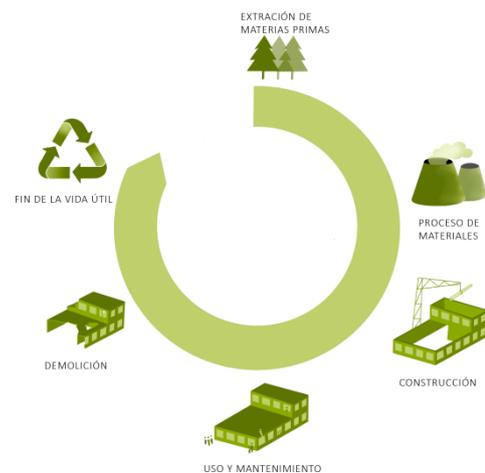
- La **economía de los recursos**, que hace referencia a la aplicación de las tres R de la ecología (reducción, reutilización y reciclaje de desechos haciendo un uso eficiente de los recursos naturales empleados en el edificio. La arquitectura sostenible busca la mayor sustitución posible de las energías no renovables por otras

que si lo sean, promoviendo el uso de sistemas de energías limpias como la eólica, la solar o la geotérmica. Además, se busca un uso eficiente del agua, el empleo de materiales provenientes de recursos naturales renovables, una preocupación por el entorno y un buen manejo de los desechos producidos.



[FIG. 9]

- El **ciclo de vida** del diseño en todas las etapas, con un sistema de análisis del proceso edificatorio y su impacto ambiental. El análisis de ciclo de vida o ACV del edificio va desde el diseño arquitectónico del mismo y la obtención de las materias primas hasta que éstas regresan al medio en forma de residuos tras la demolición.



[FIG. 10]

- El **diseño en relación con el usuario**, promoviendo la interacción del hombre con la naturaleza mediante la preservación de las condiciones naturales y favoreciendo la calidad de vida del usuario.

Para poder alcanzar una serie de objetivos previamente establecidos, es necesaria la creación de unos criterios básicos. Teniendo en cuenta los recursos de los que disponemos, se establecieron los primeros criterios sostenibles basados en la contribución al cambio climático, en la modificación de los espacios habitables, su calidad y el desarrollo de los materiales, en la variación del ciclo del agua y en el grado de ocupación del suelo.

Estos criterios sirven para establecer la actuación constructiva que se va a llevar a cabo para la consecución de un edificio sostenible mediante determinadas acciones.

Hay que tener en cuenta las condiciones climáticas del entorno, la hidrografía, los ecosistemas cercanos a donde se va a llevar a cabo la edificación para la conservación de la biodiversidad y sus hábitats, etc. para tener el máximo rendimiento de la misma provocando el menor impacto posible, sin una ocupación excesiva y una buena integración del proyecto. Además de la competitividad económica, la eficiencia y adecuada gestión y reutilización de recursos naturales, el uso de los recursos disponibles como el agua o la energía, o residuos generados. Se atiende también a aspectos de eficacia y control en el uso de los materiales, buscando siempre

que estos contengan un bajo contenido energético, sean reutilizables y de bajas emisiones tóxicas y haciendo un buen uso de los no renovables o la prevención de las emisiones tóxicas ante la creación de una atmósfera interior saludable, la búsqueda de un aumento de la vida útil de la edificación y de sus materiales y se atiende a aspectos sociales, conductas y usabilidad de los edificios ante la finalidad de alargar la vida útil de estos sin olvidar los requisitos de confort, salubridad, habitabilidad,... de las edificaciones.

Es decir, para alcanzar una construcción sostenible se tienen en cuenta cinco factores principalmente: el ecosistema, la energía, los materiales, los residuos y la movilidad. Se atiende también al usuario y a una economía de los recursos.

La construcción de un edificio debe tener en cuenta el impacto que provoque sobre los tres aspectos básicos del desarrollo sostenible, conocido como TBL (Triple Bottom Line): el medioambiental, fomentando la preservación de los recursos naturales; el económico y el social. Una construcción sostenible emplea las mejores prácticas que junten calidad y eficacia con un coste asumible a largo plazo frente a las construcciones estándares que se guían por aspectos económicos factibles a corto plazo. Además, impulsar la eficiencia energética y mejorar otros aspectos medioambientales no significa comprometer la calidad de vida de las personas ni necesariamente implican un presupuesto o costo mayor.

El impacto ambiental del diseño edilicio, su construcción y operación es inmenso. El sector de la construcción debe tener en cuenta la enorme cantidad de materias primas que necesitamos por m<sup>2</sup> construido, la energía necesaria asociada a los materiales, la gran cantidad de residuos generados por la construcción y/o demolición de los edificios. De esta manera, la reducción del impacto ambiental de este sector se basa en un control respecto al consumo de los recursos, una disminución de la producción de contaminantes y la reducción y correcta gestión de los residuos generados a lo largo de todo el proceso.

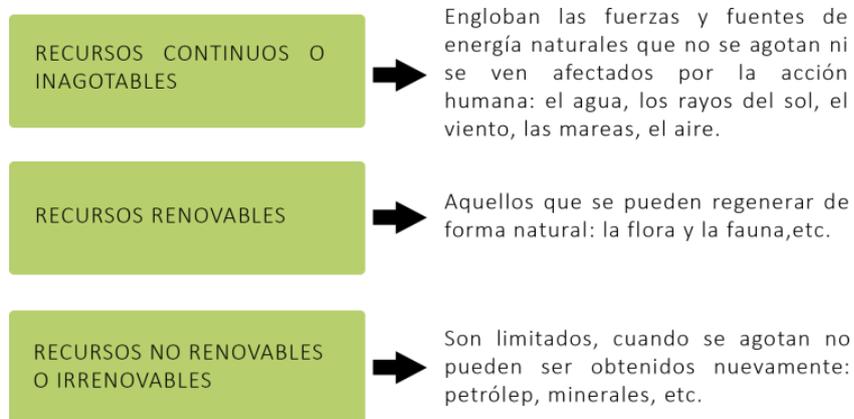
Un edificio que ha pasado por un proceso de diseño y construcción sostenible, reduce al mínimo el uso de agua, materias primas, energía, suelo, etc. a lo largo del ciclo de vida completo del edificio.

#### 2.4.1. RECURSOS NATURALES

Un recurso natural es un bien que proporciona la naturaleza sin ninguna intervención del ser humano y que este, a través de su tecnología, extrae del entorno y lo utiliza para su propio beneficio, como por ejemplo el petróleo convertido en una fuente de energía u otros elementos.

Estos recursos pueden ser renovables o no renovables. Es decir, un recurso renovable es aquel que entendemos como inagotable, como el sol, mientras que un recurso no renovable es el que existe en cantidades limitadas y su regeneración depende de un proceso natural muy largo, como los combustibles

fósiles. De cualquier forma, renovable o no, hay que hacer un uso responsable del mismo sin afectar al equilibrio ecológico responsable de su existencia. Un ejemplo de esto es la madera, donde será necesario llevar un proceso de regeneración de las explotaciones forestales a un ritmo adecuado para no agotar un recurso considerado renovable.



[FIG. 11]

## 2.4.2. ENERGÍA

La arquitectura sostenible busca reducir al máximo el consumo de energía e incluso lograr que el edificio produzca su propia energía. Para ello, se toma en cuenta el diseño, el uso de materiales adecuados y la orientación de la edificación.

La disponibilidad de energía en un lugar determinado es uno de los aspectos directamente ligados al desarrollo económico de cualquier país. Además, el uso de la energía es uno de los temas más importantes dentro de los objetivos sostenibles establecidos, ya que se emplea una cantidad enorme de ésta en la construcción.

La energía empleada en los edificios puede clasificarse en dos tipos: el consumo de energía para el mantenimiento y/o servicio de un edificio durante su vida útil, y la cantidad de energía incorporada en la producción de un edificio a través de los materiales y procesos constructivos. Existen varios métodos para reducir el uso de energía favoreciendo el desarrollo de las construcciones sostenibles.

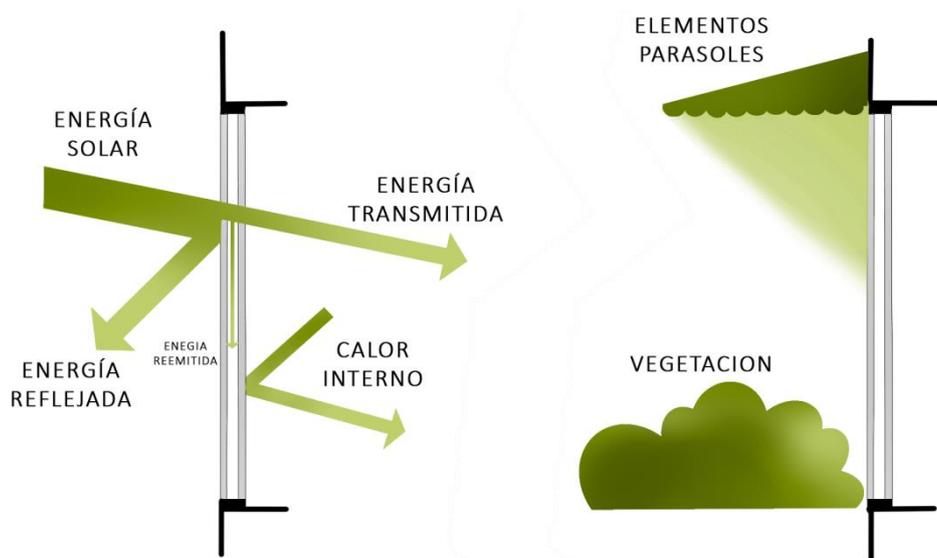
La energía empleada en el proceso constructivo no se ciñe exclusivamente a la iluminación o al empleo de maquinaria sino que hay otros puntos de gran importancia. Es decir, hay que tener en cuenta los materiales que utilizamos y su aprovechamiento ya que han necesitado gran cantidad de energía para su fabricación, distribución,... y optimizar en medida de lo posible el transporte y uso de maquinaria mediante una buena planificación.

La problemática que genera la energía puede clasificarse en la dificultad de producir energía suficiente para continuar con el modelo industrial actual manteniendo el nivel de confort necesario y en la complicación ambiental debida a la producción de energía. No podemos olvidar que la principal fuente de energía en España procede de la combustión de recursos no renovables (gas natural, petróleo y carbón) los cuales provocan emisiones de CO<sub>2</sub> y favorecen el efecto invernadero.

Como ya se ha mencionado, una de las principales metas de la construcción sostenible es la eficiencia energética. Para alcanzarla, los arquitectos emplean varias técnicas para minimizar las necesidades energéticas de las edificaciones a través de un mayor aprovechamiento de la energía solar o de la generación de su propia energía, entre otros muchos mecanismos. Algunas de estas técnicas o estrategias son la calefacción y el calentamiento de agua de manera activa o pasiva a través del sol, la generación eléctrica solar, la calefacción geotérmica (calor proveniente del interior de la tierra), el empleo de generadores eólicos (energía generada por la fuerza del viento) en los edificios, etc.

a/ En referencia a una climatización eficiente, los sistemas empleados son un foco importante dentro de la construcción sostenible. Son los sistemas que más energía consumen. Existen edificios que mediante un diseño solar permiten un mayor aprovechamiento de la luz solar mediante células fotovoltaicas, paneles solares, colectores solares, un mejor diseño de los huecos, etc. evitando así otros mecanismos que supondrían un mayor uso de energía. Esto sería lo equivalente a los sistemas solares activos.

Por ejemplo, las ventanas son un buen camino para conseguir una mayor entrada de luz y energía solar en el interior, aunque hay que compensar la gran pérdida de calor interior a través del vidrio, que es un mal aislante térmico, o un excesivo soleamiento en determinados climas y orientaciones. Esto favorece la captación de calor en invierno.



[FIG. 12]

Es recomendable la plantación de vegetación en zonas próximas a los huecos de zonas soleadas ya que en invierno permiten esa entrada de luz y calor por la ausencia de hojas (vegetación perenne), mientras que en verano, esta tamiza la luz evitando grandes acumulaciones de calor.

Por otro lado, existen los sistemas solares pasivos que son aquellos que incorporan la inercia térmica dentro del propio material utilizado, materiales que permitan la retención del calor en su interior. Algunos de estos materiales serían el hormigón, la piedra, el adobe, la mampostería, agua, etc. y se debe introducir aislamiento térmico para poder mantener el calor que se haya acumulado a lo largo de un día de sol.

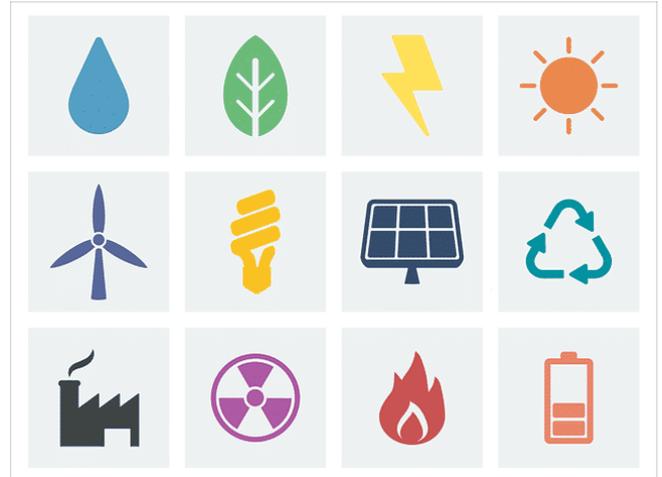
Además, se busca que los edificios sean compactos ya que reducen así la pérdida de calor. Es decir, que la superficie del cerramiento sea mínima respecto al volumen total de la edificación. Los edificios de alta compacidad tradicionales (climas fríos) son un buen modelo histórico para un edificio energéticamente eficiente.

Otras formas de energía son la biomasa o el sistema de calefacción solar activa, que a través del agua cubre todas las necesidades de calefacción.

b/ Referente a una refrigeración eficiente, se emplea como primera opción los sistemas de refrescamiento mediante los sistemas de diseño solar pasivos con resultados muy eficaces. Algunos materiales empleados poseen una gran masa térmica con la capacidad de conservar las temperaturas bajas de la noche para aprovecharlas durante el día. Es necesario prever una buena ventilación durante las horas más frescas (dependiendo del clima) para compensar la mayor cantidad de calor acumulada durante las horas más cálidas del día e incluso, en algunos casos puede emplearse una instalación con chimenea solar para mejorar en gran medida la ventilación. También existen sistemas para capturar y dirigir los vientos existentes o captadores de viento que filtran y humedecen el aire quitándole calor mediante un enfriamiento evaporativo con el fin de refrescar el ambiente interior.

En todo caso, se busca además un enfriamiento eficiente, es decir, que cuando haya dificultades para la utilización de un refrescamiento pasivo, será necesario el empleo de aires acondicionados. El inconveniente aparece debido a que algunos de estos sistemas requieren un gran gasto de energía para conseguir la extracción del calor del interior, por lo que es necesario el empleo de fuentes y la aplicación de estrategias de características sostenibles como evitar techos y grandes superficies vidriadas, concentrar aquellos espacios que supongan un mayor foco emisor de calor y dotarles de una buena ventilación, sectorizar por usos, aplicar una adecuada protección solar en superficies acristaladas, etc. Todas estas actuaciones ayudaran a reducir el calentamiento global y el agujero de ozono.

c/ El empleo de otro tipo de energías alternativas necesita del uso de dispositivos activos (generadores eólicos o paneles solares) para producir electricidad de manera sostenible. Los generadores eólicos se colocan en las zonas donde los vientos son mayores y los paneles solares presentan cierto dinamismo buscando en todo momento la mayor captación de energía solar posible, aunque estos elementos producen cierta controversia en la actualidad por la contaminación que conlleva su producción.



[FIG. 13]

Los edificios que emplean estos sistemas buscan una meta elevada consistente en una demanda cero de energía. Lo ideal en cualquier caso es la utilización de un sistema de combinación de diferentes fuentes.

Es decir, que para reducir el consumo energético de un edificio uno de los primeros pasos a llevar a cabo es la disminución de necesidades de calefacción o refrigeración, junto con el aislamiento y la estanqueidad de ventanas, techos y paredes, la protección de las casas del sol es la primera medida o el empleo de energías renovables.

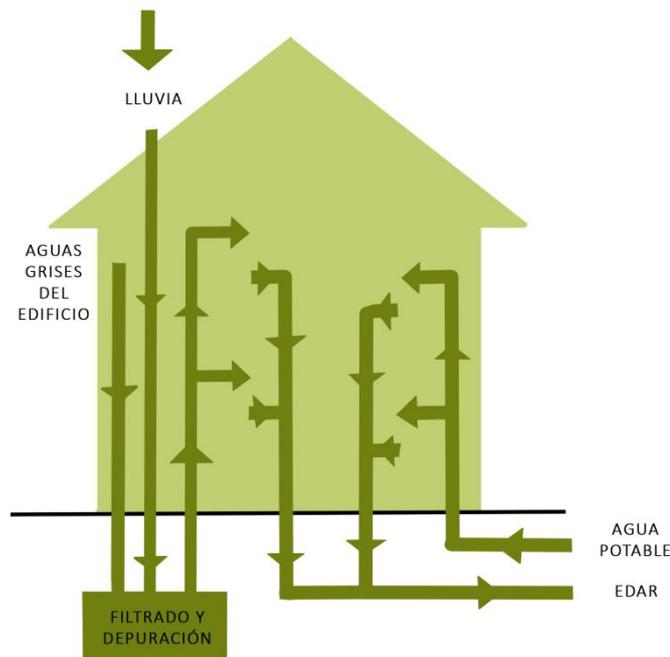
La UE establece unos objetivos y metas para finales de 2020, cuando tanto los nuevos edificios como los rehabilitados deberán orientarse hacia un consumo energético nulo o casi nulo, desde su construcción hasta su demolición.

### 2.4.3. AGUA

La arquitectura sostenible promueve un uso eficiente del agua tanto en el proceso de construcción como en el funcionamiento del edificio. Para ello hay que procurar no desperdiciar los materiales que se emplean debidos a que estos han necesitado un gran consumo de agua durante su fabricación, así como intentar no malgastarla durante operaciones que necesiten de su uso. No se trata de escatimar su consumo, sino de utilizar solo la cantidad necesaria.

Para aprovechar el agua al máximo posible, no solo se controla su uso, sino que se reutiliza la mayor parte de esta. Es decir, el agua de lluvia o las aguas grises producidas en el edificio durante su vida útil se someten a un proceso de limpieza y depuración antes de volver a circular por el edificio.

Por otro lado, se emplean sistemas ajenos al edificio de purificación de las aguas residuales una vez aprovechadas en la construcción para evitar que las impurezas y los vertidos de sustancias producidos sobre el agua lleguen al final del ciclo de esta, es decir, para mantener el equilibrio del planeta. De este proceso se encargan las EDAR (Estación Depuradora de Agua Residual) a través de un control exhaustivo para limitar lo máximo posible cualquier tipo de vertido, utilizar medios de depuración o decantación de partículas sólidas para mejorar la calidad del agua residual y otras medidas de control.



[FIG. 14]

#### 2.4.4. SUELO

El suelo se considera un recurso no renovable y de gran vulnerabilidad. Actualmente, el CTE obliga a realizar un control exhaustivo en cualquier caso para limitar todo lo posible el vertido de sustancias perjudiciales. Las emisiones de sustancias contaminantes al suelo, como pueden ser los vertidos de combustibles, aguas de limpieza o algunos productos peligrosos entre otros, pueden provocar un desorden en la naturaleza del mismo como consecuencia de la disminución o eliminación total de la capacidad de regeneración de vegetación y de la filtración de las sustancias contaminantes hasta las aguas freáticas que posteriormente irán a los depósitos de agua potable o redes de riego.

El suelo no es un recurso inagotable, por lo que en todos los casos se deben cumplir las condiciones del CTE y para una construcción sostenible se escoge el terreno en función de las características del mismo que favorezcan el desarrollo de una edificación de este tipo en ese lugar.

Resulta decisivo el estudio geobiológico de un terreno antes de construir una vivienda e influye también la orientación de la parcela y la superficie que se vaya a construir, teniendo en cuenta que a menos área construida en planta mayor ahorro de recursos y mayor cantidad de terreno libre, fomentando el crecimiento de vegetación.

#### 2.4.5. ENTORNO

Uno de los aspectos más importantes de la arquitectura sostenible es la localización de la construcción. En muchos casos, se piensa que una ubicación ideal es en medio de la naturaleza, sin embargo esto es erróneo ya que resulta perjudicial para el medio ambiente. Se busca cierta cercanía o pertenencia a un entorno ya urbanizado para el aprovechamiento de redes de instalaciones ya existentes y favorecer la protección de espacios naturales. Las edificaciones sirven como un modo de atracción a la urbe y colocar una construcción en medio de la naturaleza puede suponer un aliciente para el crecimiento de la ciudad hacia ese punto. Además, se busca una cercanía a servicios y equipamientos y una buena conexión a través de transporte alternativo para disminuir las distancias de desplazamiento, evitando emisiones innecesarias de gases de efecto invernadero.

El entorno no solo se tiene en cuenta a la hora de elegir emplazamiento para la construcción, sino que también se tiene en consideración a la hora del propio proceso edificatorio intentando disminuir la cantidad de contaminantes y residuos que se producen y son perjudiciales para este.

#### 2.4.6. AIRE

El aire es otro de los elementos que puede verse favorecido por una construcción sostenible. Las emisiones que se producen al aire desde los diversos focos emisores de contaminantes pueden acabar con su equilibrio hasta el punto de perjudicar gravemente la estabilidad del medio y la salud de los seres vivos del lugar. Estos puntos de emisión pueden desprender gases nocivos a la atmosfera, elevar el índice de partículas de polvo en suspensión, deteriorar la calidad ambiental del entorno, etc.

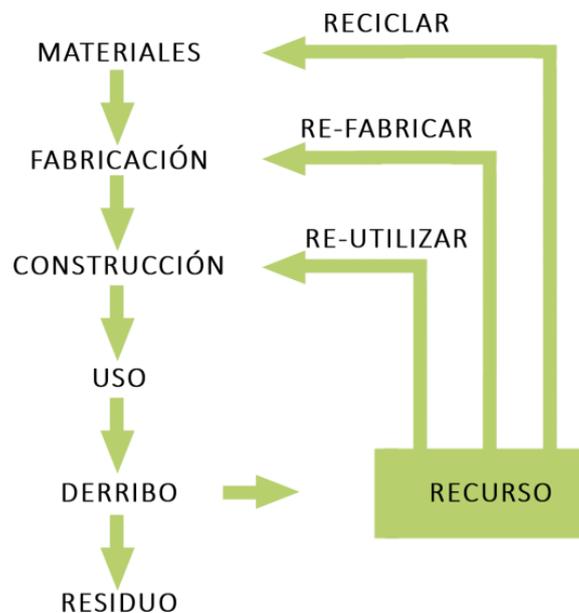
Para evitar estos problemas una construcción sostenible se centra en el empleo de otros elementos menos perjudiciales para el medio ambiente y para el propio usuario, como serían determinadas pinturas avaladas oficialmente o de origen natural; el empleo de maquinaria con un mayor rendimiento, mayor vida útil y menos contaminante; trabajar en zonas que estén bien ventiladas evitando la acumulación excesiva de partículas nocivas; regar las zonas con riesgo de que se levante el polvo durante los distintos procesos constructivos y respetar determinados horarios y normas para no sobrepasar límites acústicos, entre otras medidas.

### 2.4.7. MATERIALES

Algunos materiales tradicionales empleados en la construcción son la madera, la cual debe obtenerse de plantaciones en vez de en bosques naturales y es un recurso renovable que contribuye a disminuir el efecto invernadero y el adobe o tierra cruda, de bajo impacto y de alta eficiencia energética.

Por otro lado, encontramos materiales de reciclaje o biodegradables como el plástico, el vidrio, desechos de cosechas, etc. que permiten realizar elementos como paneles imitación madera, ladrillos con desechos de minería, azulejos a partir de la cáscara de coco o de vidrio reciclado, adoquines de caucho reciclado, etc.

A la hora de tener en cuenta los materiales empleados, se puede atender a técnicas de desconstrucción durante la demolición de un edificio para poder reutilizarlos, aprovechar los recortes de obra o reciclar materiales de acuerdo a su naturaleza (principalmente pétreos) para reutilizarlos como sub-bases en otras obras.



[FIG. 15]

Hay formas de conocer los impactos ambientales que un producto ha provocado durante su ciclo de vida de acuerdo a unas categorías de impacto obtenidas de un Análisis de ciclo de vida (ACV) y definidas en la Norma Internacional ISO 14025 a través una Declaración ambiental de producto (DAP). Estas son etiquetas ecológicas que proporcionan parámetros estandarizados según la norma y fue adoptada en España por AENOR como UNE-EN ISO 14025:2010. Es necesario contar con unas RCP (Reglas de categoría de producto) para poder desarrollar una DAP. En el caso de productos y servicios de construcción, la Norma UNE-EN 15804 establece unas RCP básicas. La evaluación a nivel de edificios basada en DAP puede hacerse según la Norma Europea EN 15978, que emplea la misma estructura modular para describir las distintas etapas de un edificio que la empleada en la norma UNE-EN 15804. También se aplican las normas ISO 14021 y 14024.

CARACTERÍSTICAS	ECOETIQUETADO TIPO I	ECOETIQUETADO TIPO II Auto-declaraciones ambientales	ECOETIQUETADO TIPO III Declaración Ambiental de Producto DAP	ETIQUETADO SEMI-TIPO I
<b>NORMA ISO</b>	<b>ISO 14024</b>	<b>ISO 14021</b>	<b>ISO 14024</b>	<b>Ninguna</b>
<b>SIGNIFICADO</b>	El producto que la lleva cumple con unos requisitos ambientales predefinidos, consensuados por entidades reconocidas de acceso público.	El fabricante hace sus propias etiquetas medioambientales en forma de símbolos o gráficos, definiendo sus propios criterios M.A.	Informe técnico que resume los datos más significativos del comportamiento ambiental de un producto.	El producto que la lleva cumple con unos requisitos ambientales predefinidos, consensuados por entidades reconocidas de acceso público.
<b>IDENTIFICA PRODUCTOS "ECOLÓGICOS"</b>	SI	SI, pero no con un alcance tan amplio como las tipo I.	NO	SI
<b>ABARCA TODO EL CICLO DE VIDA</b>	SI	NO	SI	NO
<b>VERIFICACIÓN / CERTIFICACIÓN</b>	Verificación obligatoria > Tercera parte independiente Certificación: SI (3ª parte)	Verificación: no obligatoria Certificación: SI (propia)	Verificación: obligatoria por tercera parte independiente Certificación: Voluntaria (3ª parte)	Verificación: obligatoria por tercera parte independiente. Certificación (3ª parte)
<b>CREDIBILIDAD</b>	ALTA	MEDIA	ALTA	ALTA
<b>EXIGENCIA PARA CUMPLIR REQUISITOS / CRITERIOS AMBIENTALES</b>	SI	Voluntarios, autodefinidos	NO	SI
<b>CANTIDAD DE INFORMACIÓN AMBIENTAL MOSTRADA</b>	POCA	VARIABLE	MUCHA	POCA
<b>RECONOCIMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cliente (B2B): ALTO</li> <li>▪ Consumidor (B2C): BAJO</li> </ul> El objetivo es premiar los productos "Best in Class"	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cliente (B2B): MEDIO</li> <li>▪ Consumidor (B2C): ALTO</li> </ul> Puede asociarse con una imagen de marca	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cliente (B2B): ALTO</li> <li>▪ Consumidor (B2C): BAJO</li> </ul> Información técnica que no llega al consumidor final	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cliente (B2B): ALTO</li> <li>▪ Consumidor (B2C): ALTO</li> </ul> El objetivo es llegar al mayor nº de productos
<b>EJEMPLO DE CERTIFICADOS</b>				

[TABLA 1]

La DAP debe incluir la información sobre la organización que la elabora, fecha de publicación, etc. junto con el consumo de recursos (agua, energía, recursos renovables), emisiones al aire y vertidos al agua, residuos futuros, etc. Los materiales que se consideran adecuados para ser utilizados en edificios sostenibles son aquellos que poseen características como un bajo contenido energético, ser materiales reutilizados o con una alta probabilidad de ser reutilizados, una baja emisión de gases de efecto invernadero (como son el CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> o SO<sub>x</sub>), etc.

El sector de la construcción es el responsable del consumo del 50% de todos los recursos mundiales convirtiéndose en uno de los menos sostenibles del planeta. Algunos de los materiales utilizados que poseen mayor cantidad de energía propia con el aluminio primario (215 MJ/kg), el aluminio comercial con 30 % reciclado (160 MJ/kg), el neopreno (120 MJ/kg), las pinturas y barnices sintéticos (100 MJ/kg), el poliestireno (expandido o extruido) (100 MJ/kg) y el cobre primario (90 MJ/kg), junto a los poliuretanos, los polipropilenos y el policloruro de vinilo PVC. Existen otros materiales, como la madera con la que se intenta evitar aquellas que provengan de los bosques nativos, utilizando las procedentes de la forestación controlada [10].

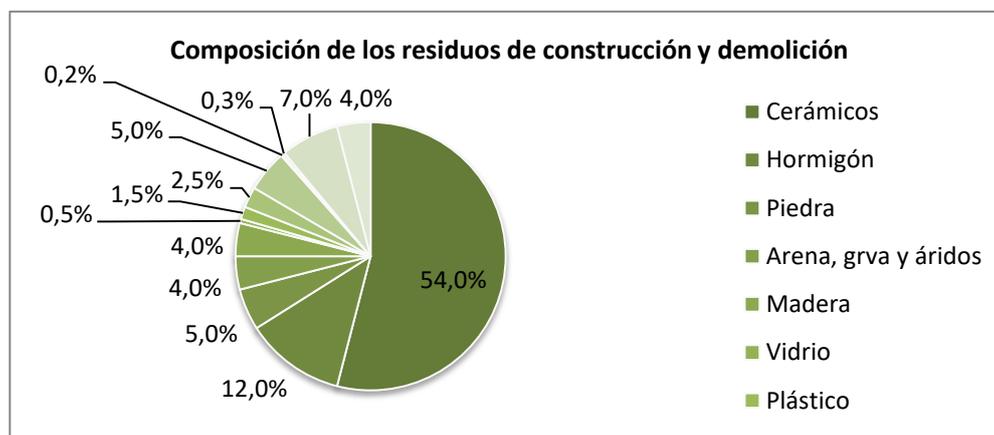
## 2.4.8. RESIDUOS

En 2017, se generaron en España 132,1 millones de toneladas de residuos, de los cuales, solo el 38,9% se destinaron a reciclaje. El sector de la construcción junto con la industria son los que más cantidad de residuos generan, un 26,8% y un 31,1% respectivamente [11].



[GRAF. 1]

El origen de los residuos de construcción puede ser muy diverso: la puesta en obra, el transporte desde el lugar de almacenaje hasta su lugar de aplicación, embalajes que se convierten directamente en residuos, los recortes para ajustarse a la geometría necesaria, etc.



[GRAF. 2]

El impacto que generan los residuos de construcción se debe a actuaciones como el depósito de vertidos incontrolados, la existencia de vertederos autorizados sin una correcta gestión, la no reutilización de determinados materiales que se convertirán en residuos que irán a parar a los vertederos, etc.

Hace falta un mayor control y llevar a cabo una serie de acciones de acuerdo a una jerarquía de prioridades para conseguir obtener unas mejoras en cuanto a la gestión de residuos. Se debe minimizar el uso de materias

y recursos empleados que puedan generar residuos innecesarios evitando compras en exceso o materiales embalados y que los materiales se conviertan en residuos por mala gestión, reutilizar materiales procedentes de la desconstrucción del edificio, reciclar residuos mediante una correcta clasificación y aprovechamiento de su energía y conseguir producir la cantidad mínima de residuos destinada al vertedero. Otra manera de reducir la producción de residuos propia de este tipo de construcciones es el uso de instalaciones y sistemas dentro de la misma que ayuden a reducir la producción de residuos y desechos durante la vida útil del edificio, como el aprovechamiento de las aguas grises. La reutilización de los materiales, evitando así que se conviertan en residuos, podría suponer un ahorro enorme en las emisiones producidas. Actualmente, en Europa solo se recicla o reutiliza entre el 20 y el 30% de los residuos. El 54% se destina al vertedero [12].

La producción de residuos, aprovechándolos, reciclándolos o reutilizándolos en el proceso productivo, es decir, considerándolos un bien, recrea en cierto modo los ciclos naturales.

Otro tipo de residuo es la energía gris o contenido energético. Es la cantidad de energía empleada en la fabricación y uso de un producto, material o servicio a lo largo de todo su ciclo de vida. La energía gris es la energía perdida mientras que el material de energía (materia prima o energía material) puede recuperarse al final de su vida a través del reciclaje o de procesos de recuperación de energía.

Este concepto se emplea como indicador de eficiencia ambiental y sirve para medir el verdadero costo energético y engloba la energía gris no renovable (energía de proceso) y energía gris renovable. Ha sido un aspecto que ha pasado desapercibido durante muchos años, no obstante, ha ido adquiriendo mayor importancia. Sabemos que una vivienda se necesitan aproximadamente de 300 a 500 kg eqCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>; para un grupo pequeño, de 300 a 600 kg eqCO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup> y para oficinas, de 500 a 800 Kg eqCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> [13].

Esta se puede reducir mediante la programación arquitectónica, una buena gestión y uso de los recursos empleados, el empleo de materiales equivalentes energéticamente eficientes, un mantenimiento adecuado, la máxima reutilización al final de su vida útil, etc.

Junto con todos estos aspectos a tener en cuenta, se busca un aumento del confort y de la calidad de vida para el usuario, mientras se produce esa disminución del impacto ambiental.

Todo este grupo de construcciones se enfrentan a diversos retos ambientales y sociales, a la par que económicos. Respecto a los ambientales, se debe prestar atención a limitar la extensión urbana, la destrucción del paisaje, el agotamiento de las fuentes de agua y hacer el mejor uso del suelo.

En cuanto a los aspectos sociales, se debe buscar un equilibrio entre los distintos espacios de un lugar, los cuales deben ser atractivos, estéticos, funcionales y eficientes en el consumo de energía.

Finalmente, los económicos se refieren a los distintos tipos de costes durante el ciclo de vida de la construcción: el coste directo de los materiales y de la construcción, los gastos de reparación y mantenimiento, costos de demolición, etc., y los costes indirectos referentes al medio ambiente (costes de la contaminación) y al uso (el agua, el gas, la electricidad).

## 2.5. NORMATIVA

«El sector de la vivienda y de los servicios (compuesto en su mayoría por edificios), absorbe más del 40 % del consumo final de energía en la Comunidad Económica Europea...» [14] y en otros países con menor industrialización puede llegar a alcanzar hasta el 50% de la producción total de energía primaria.

Son datos que afirman numerosas normativas que ponen como una de sus prioridades la reducción del consumo energético dentro del sector de la edificación, ya sea para minimizar la dependencia de combustibles fósiles u otras fuentes de energía convencionales como para cumplir con el compromiso medioambiental establecido en el “Protocolo Kioto” de “20-20-20%”, cuyo objetivo era reducir el 20% de gases efectos invernadero (GEI), conseguir que las energías renovables alcancen el 20% del consumo energético total y alcanzar un ahorro del 20% del consumo total de energía.

Dentro de la construcción, es la preocupación por el medio ambiente el eje sobre el que se articula la Directiva Europea EPBE (Energy Performance of Buildings Directive) aprobada en 2003. La normativa Europea ha seguido evolucionando y aprobando nuevas normativas y acuerdos entre el Consejo y el Parlamento Europeo. Uno de sus últimos acuerdos es el que establece la búsqueda de un consumo de energía nulo para los edificios nuevos de carácter público a partir de 2018.

Normativa Europea	
Directiva 2008/98/CE de 19 de marzo de 2008. Directiva Marco de residuos.	UE
Directiva 2009/28/CE, de 23 de abril, relativa al fomento del uso de la energía procedente de las fuentes renovables. Modificada por la Directiva 2015/1513 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de septiembre de 2015.	UE
Directiva 2010/31/UE, de 19 de mayo relativa a la eficiencia energética de edificios que refunde la Directiva 2002/91.	UE
Directiva 2012/27/UE, de 25 de octubre, sobre eficiencia energética, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.	UE
Directiva UE 2018/2002, como modificación de la Directiva 2012/27/UE.	UE
Reglamento UE 2018/1999, la base del PNIEC 2021-2030 – Plan Nacional Integrado de Energía y Clima.	UE

[TABLA 2]

Aunque el desarrollo de esta normativa internacional se centre principalmente en la calidad y seguridad de los usuarios de las viviendas según la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE), el tema medioambiental ha ido adquiriendo una mayor importancia debido a la preocupación emergente integrándose completamente en la legislación española, como se ve en el CTE.

Normativa Española:	
Ley de Ordenación de la edificación 38/1999 de 5 de noviembre.	ES
Real Decreto 1481/2001, modificado por RD 1304/2009, por el que se regula la eliminación de residuos mediante el depósito en vertedero.	ES
Código Técnico de la Edificación (CTE). R.D. 314/2006, de 17 de marzo.	ES
Real Decreto 1027/2007, modificado por R.D. 238/2013, Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE).	ES
Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.	ES
Ley de Economía Sostenible, 2/2011, de 4 de marzo.	ES
Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020, de 29 de julio de 2011.	ES
Plan de energías renovables de 2011-2020 (PER), de 11 de noviembre de 2011.	ES
Ley 22/2011, de 28 de julio de residuos y suelos contaminados.	ES
Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.	ES
Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.	ES
Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.	ES
Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos REMAR para los años 2016-2022, aprobado el 6 de noviembre de 2015.	ES

[TABLA 3]

## 2.6. ARQUITECTOS SOSTENIBLES

Dentro de la arquitectura sostenible se pueden diferenciar tres corrientes que interactúan entre ellas a lo largo del tiempo. La primera de ellas tuvo su origen entre 1930 y 1940 con arquitectos como George Fred Keck o Victor Olgyay. Ellos se encargan de llevar los primeros métodos de diseño de la arquitectura solar a EEUU donde se desarrolló y convirtió en arquitectura solar pasiva y arquitectura bioclimática. A partir de aquí se suman a esta corriente arquitectos e ingenieros como Jacques Michel (Francia), Baruch Givoni (Israel), Jaime López de Asiain (España), Enrico Tedeschi (Argentina), etc.

Edward Mazria generó en EEUU el primer programa de simulación energética junto con físicos e ingenieros que en la actualidad se emplea para decidir el comportamiento ambiental de los edificios, ayudando a la certificación de los mismos, mientras que en Inglaterra, Brenda y Robert Vale propusieron la idea de una vivienda autosuficiente.

---

#### Los pioneros y sus continuadores, que parten de la Arquitectura solar y la Arquitectura bioclimática:

George Fred Keck (E.E.U.U), Víctor Olgyay (E.E.U.U), Eleanor Raymond (E.E.U.U), Félix Trombe y Jacques Michel (Francia), Enrico Tedeschi (Argentina), Baruch Givoni (Israel/E.E.U.U), Jaime López de Asiain (España), Elías Rosenfeld (Argentina), Elio Di Bernardo (Argentina), Edward Mazria (E.E.U.U), Brenda y Robert Vale (Inglaterra), Jorge Daniel Czajkowski (Argentina) y Jorge Ramírez Fonseca (Colombia).

La segunda corriente formada por arquitectos empíricos y comprometidos con movimientos sociales en los '70, desarrollaron una recuperación de las tradiciones constructivas ancestrales, adaptándolas de acuerdo a las necesidades del presente. Un claro ejemplo fue el empleo de tierra cruda como material dentro de la Arquitectura solar pasiva con David Wright como claro exponente.

En el intento por confrontar al consumismo destacan las figuras de Michael Reynolds y Tom Bender en EEUU. Por otro lado, en Alemania, destaca Gernot Minke con una visión académica como arquitecto y doctor en ingeniería que experimentó con una cantidad de consumo energético casi nulo durante todo el ciclo de vida del edificio. Más cercano a la visión de la corporación de la arquitectura, Glenn Murcutt se enrola en una visión de baja tecnología desde Australia y obtuvo el premio Pritzker en 2002.

---

#### Los naturales que representan la sostenibilidad blanda o de baja tecnología:

David Wright (E.E.U.U), Tom Bender (E.E.U.U), Gernot Minke (Alemania), Glenn Murcutt (Australia), Michael Reynolds (E.E.U.U), Walter Segal (Alemania) y Shigeru Ban (Japón).

El tercer y último grupo, integra arquitectos que en un principio pertenecían al movimiento High-Tech y posteriormente incorporaron aspectos de sostenibilidad a sus edificaciones. Sus obras son de las más costosas y sofisticadas de la arquitectura contemporánea. Sus principales representantes son Norman Foster, Renzo Piano y Richard Rogers.

---

#### Los tecnológicos, formalistas o modernos, reformados en sostenibles:

Norman Foster (Inglaterra), Renzo Piano (Italia), Richard Rogers (Inglaterra), Ken Yeang (Malasia), Bruno y Pietro Stagno (Costa Rica), Charles Correa (India), Ibo Bonilla (Costa Rica) y William McDonough (E.E.U.U).

## 2.7. MEDIR LA SOSTENIBILIDAD

La evaluación de los edificios y sistemas constructivos puede ser un proceso complejo. Para medir la sostenibilidad de un edificio habrá que establecer en primer lugar una serie de medidas, criterios o indicadores que clasifiquen el proceso como positivo o negativo de acuerdo a la sostenibilidad. Para ello, se han creado sistemas de evaluación o herramientas para medir y evaluar los edificios de acuerdo a los indicadores establecidos.

Debemos buscar el modo más objetivo de certificar la sostenibilidad de un edificio, teniendo en cuenta todos los impactos provocados por cada uno de sus componentes durante todo el proceso constructivo y los previsibles durante la vida útil y futura demolición.

Durante los últimos años, se han desarrollado numerosos métodos en diversos países para crear una herramienta completa que permita analizar la complejidad de un edificio de la manera más simple posible y valorar sus aspectos medioambientales.

### 3. CERTIFICACIONES ENERGÉTICAS

Arquitectura sostenible, bioconstrucción, arquitectura bioclimática, edificios de consumo energético casi nulo... Existe una gran variedad de formas en la definición de la arquitectura respetuosa con el medioambiente, al igual que las formas de abordarla. Actualmente, los edificios emplean energía, agua y materias primas, generan residuos y emiten emisiones atmosféricas potencialmente dañinas. Sin embargo, el interés por este tipo de edificación sostenible o “verde” va en aumento en todo el mundo. Un edificio sostenible ofrece múltiples ventajas. Es un edificio eficiente respecto a la gestión y consumo de recursos durante su ciclo de vida (LCA) ya que consume menos agua y menos energía, genera menos residuos y aprovecha lo que su entorno ofrece. Si se tiene en cuenta su coste a lo largo de todo su ciclo de vida (LCC) resulta económicamente competitivo (costes de mantenimiento y consumo de recursos, inversiones o el valor residual al final de la vida útil) aumentando el valor de mercado. Es beneficioso para los usuarios del mismo, siendo un edificio duradero, confortable, saludable, funcional y preparado para ser habitado y usado. Además, es atractivo y respetuoso con las personas y con el entorno donde se integra.

Los edificios provocan impactos directos e indirectos en el medio ambiente durante su construcción, ocupación, renovación y demolición. Por ello, para llevar a cabo este tipo de construcción sostenible es necesario confirmar que cumple una serie de requisitos fundamentales que permiten que se reduzca el impacto negativo en la mayor medida posible.

Hoy en día, existen mercados dentro de la industria de la construcción cuyo objetivo es solventar los problemas relativos a la sustentabilidad, lo que lleva a la aparición de certificaciones que estudian los diversos rangos de impacto de una construcción respecto al medio ambiente. Existen numerosos y variados métodos de evaluación ambiental.

Tras quedar evidenciada la dependencia a la energía fósil con la crisis del petróleo, en 1977 se crea en Alemania una norma relativa a la demanda energética, WSchVO, surgiendo un estándar para mejorar la eficiencia en el sector de la construcción. En 1988 nace BREEAM en el Reino Unido, el primer sistema de certificación de edificios como sello de evaluación de la sostenibilidad, y ese mismo año, en Alemania, PassivHaus como concepto de casa pasiva para limitar el consumo de energía de edificios en Centroeuropa. Surgen por la necesidad de que el sector de la construcción pueda identificar fácilmente el comportamiento ambiental de los edificios a lo largo de todo el proceso constructivo o en partes concretas del mismo para favorecer su cambio hacia la sostenibilidad [15].

Debido al desarrollo de todos estos métodos, se muestra una gran necesidad de coherencia y consistencia entre ellos. Es decir, es muy importante que existan definiciones, criterios y medidas comunes entre los distintos sistemas de evaluación de acuerdo a unas razones científicas concisas y rigurosas. En los 90 surgen

varias certificaciones (BREEAM, LEED, GBTOOL) debido a una mayor toma de conciencia de que los recursos empleados en nuestro planeta no son ilimitados. Algunas de estas certificaciones tienen difusión internacional como la estadounidense LEED, la inglesa BREEAM o la alemana DGNB; otras están pensadas para ser aplicadas dentro del territorio nacional como las españolas VERDE y ECÓMETRO, las italianas ITACA y CASA CLIMA, la japonesa CASBEE, etc.

NOMBRE	LOGO	INSTITUCIÓN	PAIS
<b>MUNDO</b>			
LEED		U.S. GBC (Green Building Council)	EEUU
Casbee		Japan GreenBuild Council (JaGBC) / Japan Sustainable Building Consortium (JSBC)	Japón
Green Star		Green Building Council of Australia (GBCA)	Australia
Green Glöbes		BOMA Canada; The Green Building Initiative (GBI)	Canadá/USA
SB Tool		iiSBE (International Initiative for a Sustainable Building Environment)	Internacional
HK BEAM		BEAM Society	Hong-Kong
EEWH		Taiwan Green Building Council	Taiwan
Green Mark		BCA (Building and Construction Authority)	Singapur
NABERS		NSW (New South Wales Government)	Australia
SBAT		Council for Scientific and Industrial Research (CSIR)	Sudáfrica
Minergie		Minergie Building Agency	Suiza
<b>EUROPA</b>			
BREEAM		BRE Trust	Reino Unido
HQE		Association pour la Haute Qualité Environnementale	Francia
Verde		GBC España	España
Protocolo ITACA		Istituto per l'Innovazione e Trasparenza degli Appalti e la compatibilità ambientale	Italia
PromisE		Ministerio de Medioambiente (con soporte de VTT y otros)	Finlandia
Økoprofil		Byggforsk - Norwegian Building Research Institute	Noruega
Nordic Swan		Nordic Council of Ministers	Países Nórdicos
Lider A		-	Portugal
DGNB		DGNB . Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen	Alemania

[TABLA 4]



[FIG. 16]

Existen una gran variedad de certificaciones en todo el mundo, generalmente de carácter voluntario, que indican la calidad de un edificio fomentando su mejora. Es decir, estas herramientas pueden emplearse sin necesidad de llegar a certificar el edificio. Este proceso no solo consiste en identificar el comportamiento ambiental del edificio, sino que su parte más beneficiosa recae en la posibilidad de incidir en ello, encontrando los puntos débiles e intentando mejorarlos. Las certificaciones ambientales y los protocolos de certificación pueden ser un medio muy eficaz para ayudar al sector de la edificación en su evolución hacia unas prácticas sostenibles.

Estas certificaciones nacen de la necesidad de que el sector de la construcción disponga de un medio de identificación del comportamiento ambiental del edificio, de modo que resulte más rápido y eficaz desarrollar cambios y estrategias hacia prácticas más sostenibles porque “lo que no se define no se puede medir, lo que no se mide, no se puede mejorar, lo que no se mejora, se degrada siempre”, según el físico y matemático británico William Thomson Kelvin (finales del siglo XIX).

Todos estos métodos de evaluación y certificación ambiental resultan beneficiosos no solo para el planeta, sino también para los propios usuarios de la edificación (salud y confort); una edificación eficiente en cuanto al uso de recursos, que promueva la sostenibilidad y las buenas prácticas medioambientales para el diseño, la construcción y funcionamiento. Deben tener unos valores medioambientales que por lo general serán reconocidos por entidades independientes a todo el proceso constructivo. Una certificación tiene la función de confirmar si un producto o el edificio en sí cumplen con los criterios definidos de una norma. ISO define la certificación como: «cualquier actividad relacionada con determinar directa o indirectamente que se cumplen los requisitos pertinentes».

En el proceso de certificación intervienen el equipo de proyecto, un consultor, que se encarga de un asesoramiento pudiendo intervenir en el proyecto y la construcción para la aportación de mejoras ambientales, la entidad certificadora, que emite el certificado tras la evaluación de los datos ambientales del edificio, y el certificador, quien se encarga de elaborar esos datos.

Por lo general, las certificaciones vienen en dos formatos básicos: unas prescriptivas o de rendimiento, que tienen un enfoque rápido y conservador para el cumplimiento de la norma y donde los materiales y equipos deben cumplir unos valores establecidos, y otras prestacionales, las cuales están diseñados con el objetivo de lograr unos resultados particulares.

Todos los sistemas de certificación de los edificios disponen de una selección determinada de indicadores de sostenibilidad asociados a unos valores atendiendo a los diversos impactos, tanto positivos como negativos, económicos, sociales y/o medioambientales. Estos indicadores de sostenibilidad son parámetros previamente estudiados que evalúan el estado del medioambiente, como, por ejemplo, las emisiones de CO<sub>2</sub>. Respecto al uso de los indicadores, la científica Donella Meadows indica que “a menudo están mal escogidos, su elaboración es un proceso lleno de trampas, pero tampoco es posible moverse sin ellos porque los sistemas son demasiado complejos para gestionar toda la información (...) No garantizan los resultados, pero los resultados son imposibles sin indicadores adecuados, y los indicadores adecuados, en sí, pueden producir resultados”.

Las certificaciones tienen que abarcar todos los aspectos posibles importantes en temas de sostenibilidad. Sin embargo, es necesario llevar a cabo una selección de aquellos que resultan más imprescindibles para lograr realizar el proceso con la mayor agilidad posible. Se puede tratar al edificio en todas sus fases del ciclo de vida, aplicando diversos indicadores como el uso del agua, la eficiencia energética, los materiales empleados, el suelo y el impacto que supone la implantación del edificio en un determinado lugar, la biodiversidad a lo largo de todo el proceso edificatorio (transporte, construcción, uso, mantenimiento y derribo), la durabilidad del mismo y de la variabilidad de uso que se le pudiese atribuir junto con otros aspectos relativos a temas económicos y sociales como la seguridad o el confort.

Algunas se centran en temas energéticos como la certificación Passivhaus que se centra en la demanda energética de los edificios; la certificación DGNB que tiene como prioridad la reducción del consumo energético poniendo gran interés en el medio ambiente, la viabilidad comercial y las personas o la certificación Minergie que se caracteriza por unos requisitos energéticos bajos.

Otras ponen mayor énfasis en los materiales como la certificación BREEAM que da mayor importancia a los materiales de origen regional o la certificación Nordic Swan que pone especial atención en los materiales y recursos empleados.

Otras como la certificación VERDE analiza el edificio a lo largo de todas sus fases dando importancia a las energías renovables y tratando temas económicos y sociales como la certificación LEED que se centra principalmente en temas medioambientales y sociales y aboga por la eficiencia energética y el uso de energías alternativas o la certificación Green Globes se centra en temas económicos. Y algunas como la certificación WELL se centra en el confort y la seguridad de sus ocupantes.

Se emplean distintos sistemas de clasificación de los edificios dependiendo de la certificación que se esté utilizando. Algunas, como BREEAM, usan resultados en forma de porcentajes que se obtienen tras una comparación con los valores obtenidos de un edificio de referencia y otras, como LEED, suman los puntos obtenidos de cada una de las categorías en las que se organiza para obtener una puntuación final; sistemas check-list que no dan un valor absoluto de los potenciales impactos. Mientras que otras certificaciones, como VERDE, realizan un análisis del ciclo de vida del edificio donde sí se ponderan los potenciales impactos a través de valores absolutos asignados a unos niveles. Las puntuaciones, porcentajes o valores absolutos obtenidas tras la aplicación de los indicadores deben estar adecuadas al lugar geográfico en el que se ubica la construcción, el clima y la tipología edificatoria, así como otros aspectos que pudiesen condicionar el resultado.

Cuando se lleva a cabo la certificación de un edificio, el hecho de obtener un resultado más elevado no implica un mejor comportamiento ambiental, lo cual no siempre se verifica, porque el resultado puede ser “camuflado” por los datos correspondientes de sostenibilidad social y económica, que permiten que se aplique la certificación aunque los méritos ambientales sean menores de los esperados o, incluso, nulos. Es decir que aunque el resultado final sea una clasificación única, existen factores de sostenibilidad social y económica, como las condiciones de confort y seguridad o ciclos económicos, y factores de sostenibilidad ambiental, que indican claramente la eficiencia ambiental del edificio.

Además, para realizar una valoración más ajustada a la realidad o proponer soluciones más concretas, existen certificaciones concretas o que hacen una distinción entre el porcentaje provocado en cada una de las etapas del ciclo de vida de los edificios. Existe una primera fase de proyecto donde se deciden determinados procedimientos que se comprometen a cumplir unas determinadas características sostenibles en el futuro; una fase de construcción, la cual abarca desde la extracción de las materias primas empleadas, su transformación, transporte y construcción del edificio, donde se estudian los materiales empleados, la energía consumida en la fabricación de los componentes de obra, etc.; una fase de uso y mantenimiento del edificio, que se refiere a la cantidad de recursos empleados para poder obtener habitabilidad y desarrollar las actividades previstas para ese edificio y donde se pone especial atención a la demanda energética del edificio, el consumo de agua y su reutilización, etc. y una fase de deconstrucción o demolición, que busca un reaprovechamiento de los materiales existentes en la edificación, entre otros aspectos. Asimismo, la

certificación debe contar con manuales de uso y recursos para que los usuarios tengan conocimiento del funcionamiento del edificio y puedan llevar a cabo un control directo de los sistemas empleados como los de temperatura, ventilación natural o radiación solar.

En definitiva, los sistemas de evaluación y certificación de la sostenibilidad de los edificios, hacen referencia a características ambientales y establecen una jerarquía en función del nivel de sostenibilidad alcanzado. Tienen como objetivo alcanzar la sostenibilidad global del edificio en todo su ciclo de vida.

Algunos de los certificados o sellos verdes son:

-Living Building Challenge: creado en 2006 por Cascadian Green Building Council en EEUU. Es uno de los sistemas más rigurosos del mercado que busca el cumplimiento de diversos requerimientos, como el uso de la energía cero, el tratamiento de los residuos y el agua, etc. Es aplicable a todo tipo de construcción y a cualquier escala (paisaje, rehabilitación, infraestructura, edificación y urbanismo).

-Energy Star for Buildings: creado en EEUU en 1990, se centra en el uso eficiente de la energía.

-Sustainable SITES: fue creada a través de un trabajo de colaboración de l'American Society of Landscape Architects, la Universitat de Texas y el United States Botanic Garden, Es el sistema de certificación más reconocido a nivel internacional enfocada en la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de proyectos de paisaje como parques, vialidades y áreas abiertas de desarrollos de distinto índole.

-Certificación Parksmart: surge en EEUU y es el único sistema de certificación desarrollado para el desarrollo de la movilidad sostenible mediante el diseño, construcción y la operación de la infraestructura de los estacionamientos.

-Certificación EDGE: creado por la Corporación Financiera Internacional, miembro del Grupo del Banco Mundial, se trata de un sistema de certificación de construcción sostenible que se centra en la creación de edificios lo más eficientes posible.

-Certificación CASBEE: surge en 2001 en Japón. Consiste en un método para evaluar y clasificar el comportamiento ambiental de los edificios y el entorno en el que están construidos.

-Certificación HQE: se crea en Francia en 1995. Se trata de una certificación destinada a proyectos de construcción y gestión de edificios, además de a proyectos de planificación urbana.

-Certificación NABERS: surge en Australia en 1999 y se emplea para medir la eficiencia energética de un edificio, sus emisiones de carbono, el agua consumida, los residuos producidos y compararlo con edificios similares.

-Certificación NORDIC SWAN: se crea en los Países Nórdicos en 2005 y es considerada la etiqueta ecológica oficial, empleada no solo en los edificios. En la construcción, se busca minimizar los niveles de toxicidad de los materiales durante el ciclo de vida de los mismos y evalúa el consumo de energía, recursos y aspectos de reciclaje durante la construcción y la vida útil del edificio.

-Certificación Green Globes: nace en EEUU en 2004 como un sistema de clasificación que se aplica a una amplia variedad de proyectos y edificios existentes. La finalidad de su diseño consistió en permitir a los propietarios y administradores de los edificios que seleccionen las mejores características sostenibles para sus proyectos y usuarios de estos.

-Certificación Green Star: surge en 2003 y fue lanzado por el Green Building Council de Australia (GBCA). Evalúa las características sostenibles de un proyecto mediante las denominadas categorías de 'impacto'.

Existen muchos más. Sin embargo, los certificados más usados son los descritos a continuación.

### 3.1.CERTIFICACIÓN PASSIVHAUS

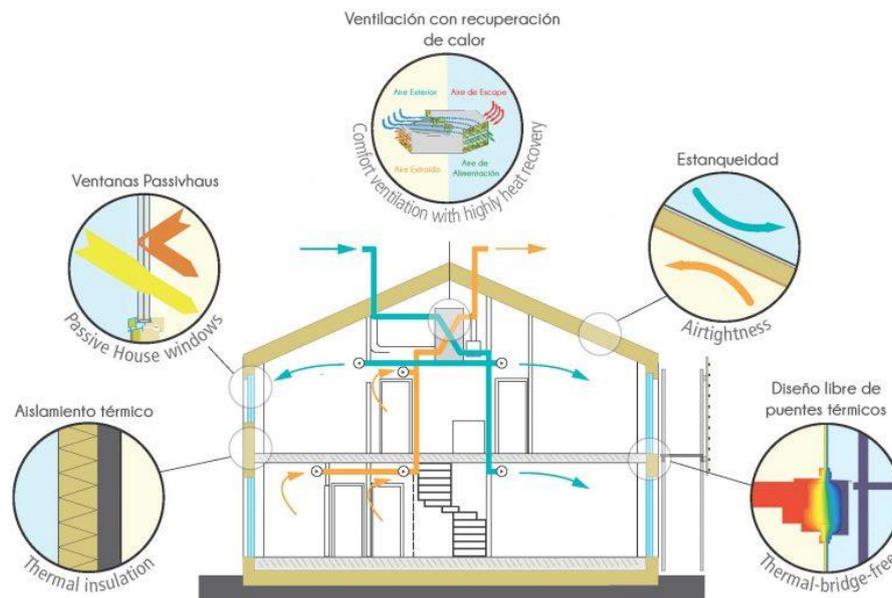


El estándar Passivhaus fue creado a finales de los años 80 en Alemania, concretamente en 1988 por los profesores Bo Adamson y Wolfgang Feist. Surgió como reacción a la crisis del petróleo con el fin de reducir el consumo energético en los edificios. El primer proyecto se realizó en 1990 en Darmstadt, Alemania.

No se basa en el uso de un tipo de material, estilo o producto arquitectónico concreto sino que se fundamenta en la optimización de los recursos existentes mediante el empleo de técnicas pasivas buscando reducir prácticamente a cero el consumo en acondicionamiento térmico. Algunas de estas técnicas son, por ejemplo, el aprovechamiento del calor solar gracias a una orientación adecuada de los huecos o la adecuación del diseño del proyecto atendiendo a un buen factor forma reduciendo la superficie de contacto con el exterior. Todo ello proporcionando a un alto nivel de comodidad para los usuarios.

La certificación Passivhaus atiende a cinco principios básicos: buen aislamiento que genere una buena envolvente térmica; una ausencia de puentes térmicos, que provocan pérdidas de energía; control de las

infiltraciones mediante una alta hermeticidad; ventilación mecánica controlada con recuperación de calor y carpinterías que presenten altas prestaciones térmicas. Estas edificaciones pueden verse complementadas con el empleo de materiales ecológicos.



[FIG. 17]

La aplicación de este sistema es sencilla y a través de este recurso, se consigue disminuir el consumo energético en un 75%-80% respecto de un edificio convencional y se fomenta que la poca energía suplementaria utilizada se consiga a través de energías renovables incluidas en la edificación. Se aplica a todo tipo de edificaciones y actualmente, este sistema presenta un Software específico Passivhaus a través de PHPP (Passive House Planning Package), que calcula la demanda y el consumo y Therm, que se encarga de calcular los puentes térmicos.

Estas construcciones deben estar supervisadas por un “certificador Passivhaus” quien, una vez diseñada la vivienda por el proyectista, ha de encargarse de que se cumplan unos requisitos muy precisos una vez haya sido construida. Entre estos requisitos se encuentran [16]:

- el cumplimiento de la demanda de calefacción y refrigeración, que no debe superar los 15 kilovatios por hora por metro cuadrado al año.
- la energía primaria máxima con 120 kWh/m<sup>2</sup>.a.
- no debe sobrepasarse más del 10% de las horas del año a una temperatura superior a 25º.
- la barrera al paso del aire < 0,6 renovaciones cada hora con una presión de 50 Pascales, es decir, que el aire de la vivienda debe renovarse en un 60% cada hora presentando un alto grado de hermeticidad.

- se establecen una serie de exigencias respecto a la transmisión del calor en los distintos elementos como el suelo, ventanas, cubiertas, etc.
- económicamente, el sobrecoste de este tipo de construcciones no supera el 15-20% de los costes de una construcción convencional.

Dentro de cada certificación se encuentra una subdivisión por niveles. En el caso Passivhaus el de menos nivel es el Certificado de construcción de bajo consumo energético, seguido del Certificado Passive House Classic, Plus y Premium para edificios de nueva construcción y, por último, el Certificado EnerPHit Classic, Plus y Premium para rehabilitaciones de edificios existentes.

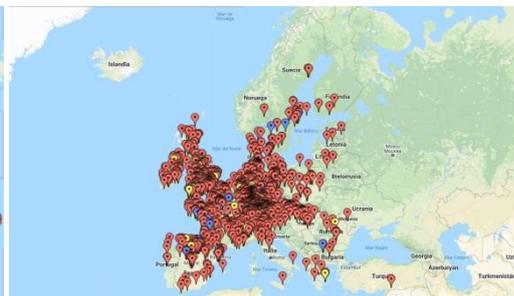


[FIG. 18]

En el año 2017, según los datos de la Plataforma de Edificación Passivhaus, España contaba con 22.780 m<sup>2</sup> construidos y certificados [17]. Actualmente, existen más de 100.000 m<sup>2</sup> repartidos en unos 112 edificios de acuerdo con PEP. De esta superficie total, aproximadamente el 70% se trata de certificados correspondientes a viviendas plurifamiliares frente a un 23 % de la superficie se destina a construcciones terciarias [18].



[FIG. 19]



[FIG. 20]



[FIG. 21]

Un ejemplo de edificación con la certificación Passivhaus es el Edificio Dotacional en Oloki, Navarra construido en 2019. Se trata de un equipamiento multiusos de 288 m<sup>2</sup> útiles construidos, una obra nueva en madera CLT llevada a cabo por los arquitectos Iñaki del Prim + BYE Arquitectos. Combina aspectos de

sostenibilidad y eficiencia energética a través del ahorro de energía, debido al estándar Passivhaus; el uso de energías renovables, por el empleo de aerotermia y energía solar y es una construcción saludable gracias al empleo de la madera.



[FIG. 22]

### 3.2. CERTIFICACIÓN BREEAM

The logo for BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) is displayed in a large, bold, green font. The word 'BREEAM' is followed by a registered trademark symbol (®).

El sistema de clasificación BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) fue desarrollado en 1988 y puesto en marcha a principio de los años 90 por el centro de excelencia BRE (Building Research Establishment) en el Reino Unido. Es uno de los métodos más antiguos en cuanto a evaluación de la sostenibilidad de edificios y es de reconocimiento internacional. A partir de 2009 se crearon las entidades nacionales, que adaptaron el estándar a las circunstancias locales de cada país. En España aparece en 2010 como BREEAM ES regido según la Fundación ITG (Instituto Tecnológico de Galicia).

El estándar BREEAM busca un uso de materiales regionales con un uso responsable junto con otros elementos de conservación que resulten lo menos perjudicial posible. Sigue unos principios de Eco-construcción con el fin de mejorar la calidad del ambiente interior de los edificios. Además, se regula la gestión y almacenamiento

de residuos durante todo el proceso constructivo. En temas de energía, apoya el empleo de energías renovables, teniendo como una de sus prioridades la reducción del consumo de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub>.

La incorporación de estrategias pasivas también es prioritaria para BREEAM, como son la energía solar pasiva, la orientación del edificio, ventilación natural, aprovechamiento de luz natural, etc. Del mismo modo, el transporte sostenible asociado a los edificios también es una estrategia importante de evaluación, como la reducción de contaminación lumínica, la reducción del consumo de agua, separación de aguas pluviales, reutilización de aguas grises, depuración de aguas negras, etc.

La aplicación de esta herramienta es de carácter voluntario, aunque en caso de llevarse a cabo se realiza obligatoriamente a través de asesores acreditados externos al equipo de proyecto que realizarán todos los trabajos de inscripción, seguimiento y evaluación para la consecución de la certificación.

La certificación BREEAM funciona a través de un sistema de puntos, con un máximo de 100, que evalúa distintas propiedades previamente definidas de los edificios en las distintas fases: diseño, construcción, mantenimiento, restauración, etc. Este sistema de evaluación se desarrolla en diez categorías que son gestión, salud y bienestar, energía, transporte, agua, materiales, residuos, uso ecológico del suelo, contaminación e innovación. Estas categorías se reducen a ocho en el caso de proyectos urbanísticos: clima, energía, comunidad, diseño del lugar, ecología, transporte, recursos, economía y edificios.

Los puntos obtenidos en cada una de las categorías se suman y dan un resultado en forma de porcentaje. Todo esto influye a la hora de lograr un resultado ponderado y único que permitirá definir en cuál de los cinco niveles que componen el certificado BREEAM se encuentra la construcción: aceptable, aprobado, bueno, muy bueno, excelente y excepcional.



[FIG. 23]

BREEAM plantea diferentes esquemas adaptados a diversas tipologías con el objetivo de optimizar la evaluación del edificio: BREEAM nueva construcción, antigua BREEAM Comercial, con un campo de actuación ampliado; BREEAM en uso, para afrontar el impacto ambiental de edificios ya existentes y mejorar su gestión; BREEAM urbanismo, para mejorar la sostenibilidad de proyectos urbanísticos; BREEAM vivienda, para viviendas unifamiliares y en bloque, y BREEAM a medida, para evaluar edificios singulares.

En definitiva, este certificado contribuye al desarrollo de una construcción más sostenible y respetuosa con el entorno y presenta beneficios económicos y sociales. Además, esta herramienta ha sido empleada como referente a otros sistemas como Green Star en Canadá o HK en Hong Kong.

BREEAM tuvo una buena acogida. Según el Informe de IVG Research Lab 03/2013, en Europa BREEAM habría cuadruplicado sus certificados hasta 2.947 en 2013. Hoy en día, la certificación BREEAM se extiende por más de 87 países en todo el mundo con más de 591.906 edificios certificados desde su primera versión en el año 1990[19]. En España 1055 proyectos han sido evaluados desde 2012, cuando se certificó el primer edificio adaptado a la normativa española. De estos, 783 (>70%) ya han sido certificados y el resto se encuentran en proceso.



[FIG. 24]

Del total de proyectos, el 60% se destina a usos residenciales y de oficinas. Le siguen edificios de usos múltiples, que suponen un 20% y logísticos, que contabilizan un 15% de las certificaciones. El 60% de los edificios certificados con BREEAM en España se localizan en Madrid y Cataluña aunque existen proyectos en todas las comunidades autónomas, salvo Canarias [20].



[FIG. 25]

### Certificados BREEAM



[FIG. 26]

Un ejemplo de un edificio con certificación BREEAM es el edificio Cline (Centro de Innovación Norvento Enerxía) de Lugo de 2017. Se trata de uno de los edificios más avanzados en cuanto autogeneración e independencia energética se refiere. Posee una superficie de más de 4000 m<sup>2</sup>. Cuenta con la certificación BREEAM®Excepcional siendo el edificio de oficinas con mayor puntuación de España.



[FIG. 27]

## 3.3.CERTIFICACIÓN VERDE



El sistema de certificación VERDE (Valoración de Eficiencia de Referencia De Edificios) surge en España de la regionalización del sistema GBTool, una herramienta informática que certifica la documentación de proyecto mediante evaluadores externos homologados. Fue desarrollada por el Comité Técnico Green Building Challenge (organización internacional) y el grupo de investigación ABIO-UPM.

VERDE evalúa el impacto medioambiental de un edificio analizando el ciclo de vida en sus diferentes fases. Un edificio es considerado sostenible cuando se cumplen las cinco “Pés”: personas, calidad de vida y bienestar; prosperidad, desarrollo económico local y justo; planeta, protección a nuestro entorno; paz, concordia y armonía, y pacto, implicación y compromiso de todos para todos.

Al igual que es sistema de evaluación BREEAM, VERDE opta por el aprovechamiento de energías renovables, disminuyendo el consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub>, la existencia de transporte sostenible o la limitación de contaminación lumínica, la reducción del consumo de agua, separación de aguas pluviales, reutilización de aguas grises, depuración de aguas negras, etc.

Además, se centra en dar prioridad al control de la demanda de calefacción, refrigeración e iluminación así como al uso de aislamiento térmico.

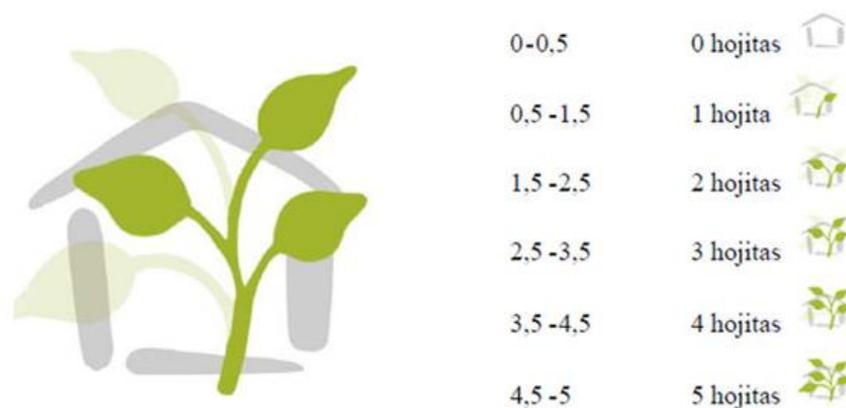
Se basa en un método prestacional que funciona acorde con el Código Técnico de la Edificación y las Directivas Europeas. Es un sistema con criterios similares a las certificaciones BREEAM y LEED, donde a cada criterio se le asocia una puntuación modelo llamada “benchmark”, estándares de referencia establecidos a través de la revisión del reglamento, ordenanzas, etc. para evaluar, comparar y cuantificar un proyecto. Este modo de actuación refleja las diversas diferencias que se producen entre las regiones y la importancia de distinguirlas, asegurando que el sistema logre unos resultados significativos y acordes a la localidad en la que se localiza la construcción.

La evaluación se realiza en tres niveles o fases: pre-diseño, diseño y construcción, uso y fin de vida del edificio y las categorías en las que se organizan los criterios de evaluación del sistema pueden adaptarse a los datos climatológicos y pluviométricos del lugar donde se va a implantar el edificio. Estas categorías son parcela y emplazamiento, energía y atmosfera, recursos naturales y su gestión (energía, agua, materiales), calidad del

ambiente interior (aire, luz, ruido, confort), calidad del servicio y aspectos sociales (accesibilidad, formación, comunicación) y económicos.

Cada categoría incluye determinados criterios con una puntuación asociada con valores del 0 al 5. Los resultados de este proceso se expresan en valor absoluto según la disminución de impacto ambiental que haya tenido el edificio de acuerdo a otro tomado como referencia. Las puntuaciones de cada aspecto se van sumando, dando al edificio una ponderación final.

De acuerdo con esa puntuación final del edificio, se obtienen un total de seis niveles de certificación a los que se les asocia un determinado porcentaje de reducción de impacto: 0 hojas, 1 hoja, 2 hojas, 3 hojas, 4 hojas y 5 hojas.

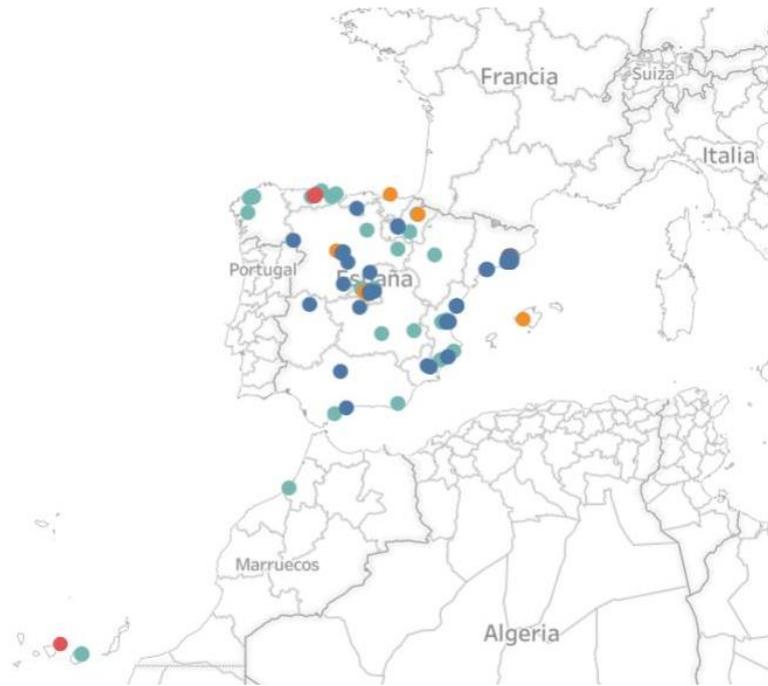


[FIG. 28]

Existen varias versiones de certificación VERDE de acuerdo al uso del edificio. VERDE NE Residencial y oficinas, VERDE NE Equipamiento y VERDE NE Unifamiliar, VERDE RH Residencial Y VERDE RH Equipamiento (NE: nueva edificación; RH: rehabilitación).

La herramienta VERDE sirve únicamente para certificar únicamente para nueva edificación o gran rehabilitación de edificios multi-residenciales y oficinas. Esta herramienta es de carácter voluntario y, en caso de realizarse, presenta la obligatoriedad de la participación de asesores acreditados ajenos al equipo de proyecto, como en el sistema BREEAM.

Esta certificación cuenta con más de dos millones de metros cuadrados registrados para certificarse con la herramienta "VERDE" de Green Building Council España (GBCe) en 29 provincias españolas. En 2018 se contabilizaron 63 certificaciones concedidas mientras que los registros para certificación se incrementaron un 40% respecto el año anterior.



[FIG. 29]

Un edificio con esta certificación es el Nuevo Edificio de Juzgados de Plasencia, en Cáceres. Se trata de un edificio público de unos 10.943 m<sup>2</sup> certificado en 2016 con la clasificación de VERDE 2 hojas. Apuesta por una estrategia de sostenibilidad que engloba aspectos económicos y sociales, tratando eficientemente la gestión de los residuos y apostando por un ahorro de energía a través de refrescamiento por evaporación, sistemas pasivos solares, etc.



[FIG. 30]

### 3.4. CERTIFICACIÓN DGNB



El sistema DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) surge en Alemania en el año 2007. Fue desarrollado por el Consejo de Construcción sostenible de Alemania en colaboración con el Ministerio Federal de Transporte, Construcción y Desarrollo Urbano alemán.

Este sistema considera aspectos medioambientales, económicos y socio-culturales. DGNB también busca el aprovechamiento de energías renovables teniendo como prioridad la reducción del consumo energético, de las emisiones de CO<sub>2</sub>, etc.

Valora aspectos del bioclimatismo, sobre todo el control de la demanda de calefacción y refrigeración, el aprovechamiento de la calefacción y refrigeración pasiva, además de la iluminación natural, o el uso del aislamiento térmico. Establece como prioritarias, las estrategias dirigidas a la gestión responsable en el consumo de recursos y la generación de residuos, y a la mejora de la calidad ambiental interior de los edificios, al igual que BREEAM. Estas estrategias están relacionadas con el estudio del impacto en la salud de las personas por uso de determinados materiales, o la aplicación de estrategias en el diseño que reduzcan la cantidad de recursos utilizados y la generación de residuos.

DGNB tiene en cuenta el transporte asociado, pero incluye a mayores, la evaluación de la radiactividad ambiental. Además, da importancia a la re-utilización de agua de lluvia y residual, y la reducción del consumo de agua para riego.

Trabaja en diferentes campos como la ecología, economía, procesos, emplazamiento y aspectos socioculturales y funcionales. Dentro de cada uno de esos campos, cada criterio empleado posee su metodología y puntuación dependiendo del uso que se vaya a dar a la edificación. La valoración final será la suma de los valores obtenidos en cada uno de los campos. Aporta una visión completa de la calidad de la construcción sostenible.

Los criterios empleados en cada campo, un total de 60 puntos, se diseñan y ponderan en función del perfil de ocupación, y cada campo se valida durante todo el ciclo de vida del edificio.

DGNB establece cuatro niveles, otorgando a cada uno de ellos un sello de calidad que garantiza la certificación. Esta clasificación se organiza en oro, plata, bronce y platino. Para llevar a cabo la aplicación de esta herramienta es necesaria la participación de un consultor DGNB.



[FIG. 31]

Existen varias versiones de esta herramienta. Por un lado, Certificación estándar DGNB para edificios completados, y por otro lado, pre-certificado DGNB para proyectos en fase de planificación o de construcción. Esta certificación está presente en 40 países de todo el mundo y cuenta con más de 5000 certificaciones.



[FIG. 32]



[FIG. 33]



[FIG. 34]

Un ejemplo de edificio certificado con la herramienta DGNB es el edificio ARAG de Barcelona. Fue el primer edificio en España que adquirió la certificación en España, alcanzando DGNB Bronce en 2014.



[FIG. 35]

## 3.5. CERTIFICACIÓN MINERGIE

# MINERGIE

El sistema MINERGIE es un estándar suizo con un planteamiento similar al estándar PASSIVHAUS, ya que exige edificios con un buen aislamiento térmico, estancos y con ventilación mecánica controlada, que fue creado en 1994.

Minergie se caracteriza por unos requisitos energéticos muy bajos y la mayor proporción posible de energías renovables, garantiza el aseguramiento de la calidad en la fase de planificación, construcción y operación y se centra en la comodidad de los usuarios del edificio, la cual se consigue a través de una envolvente de alta calidad y una renovación sistemática del aire.

Es un estándar con varias versiones y niveles de exigencia: la Minergie, que es la menos exigente, la Minergie-P, que equivaldría al estándar Passivhaus, y la Minergie-A, con la adición de la Minergie-ECO, que tiene en cuenta el impacto de los materiales utilizados durante todo el proceso constructivo. Al igual que Passivhaus, económicamente se limita el coste de construcción, que en el caso de un edificio Minergie no debe superar en más de un 10% al coste de un edificio convencional. Son edificios de bajo consumo energético con un límite en viviendas unifamiliares y plurifamiliares nuevas de 42 kWh/m<sup>2</sup>.a mientras que para edificios rehabilitados el límite está en 80 kWh/m<sup>2</sup>. Es uno de los estándares más exigentes y más difíciles de cumplir.

El estándar de certificación Minergie cuenta con un total de 47.846 certificaciones en el mundo. Estos casos se encuentran prácticamente en su totalidad dentro de Suiza, se extiende mínimamente por Europa y tiene una presencia escasa dentro de España.

	Sin adición ECO	Con adición ECO	Total
<b>Minergie</b>	40.867	637	41.504
<b>Minergie-P</b>	4.444	863	5.307
<b>Minergie-A</b>	804	234	1.038
<b>Total</b>	46.115	1.734	47.846

[TABLA 5]

Un ejemplo de esta certificación es la Casa Vita, primera vivienda certificada Minergie en España, obteniendo el certificado Minergie-ECO en 2014. Se trata de un inmueble de unos 170 m<sup>2</sup> situado en una ladera, creado a partir de módulos de madera prefabricados. Se caracteriza por el empleo de materiales biodegradables,

renovables, ecológicos y cercanos, con propiedades ignífugas y por la eficiencia energética y el uso selectivo de los recursos. En su diseño se ha buscado la máxima integración y respeto con el entorno, y la compacidad del edificio conlleva un mayor ahorro de energía. La edificación asume los estándares exigidos por el nivel suizo Minergie-Eco, y el nivel alemán Passivhaus.



[FIG. 36]

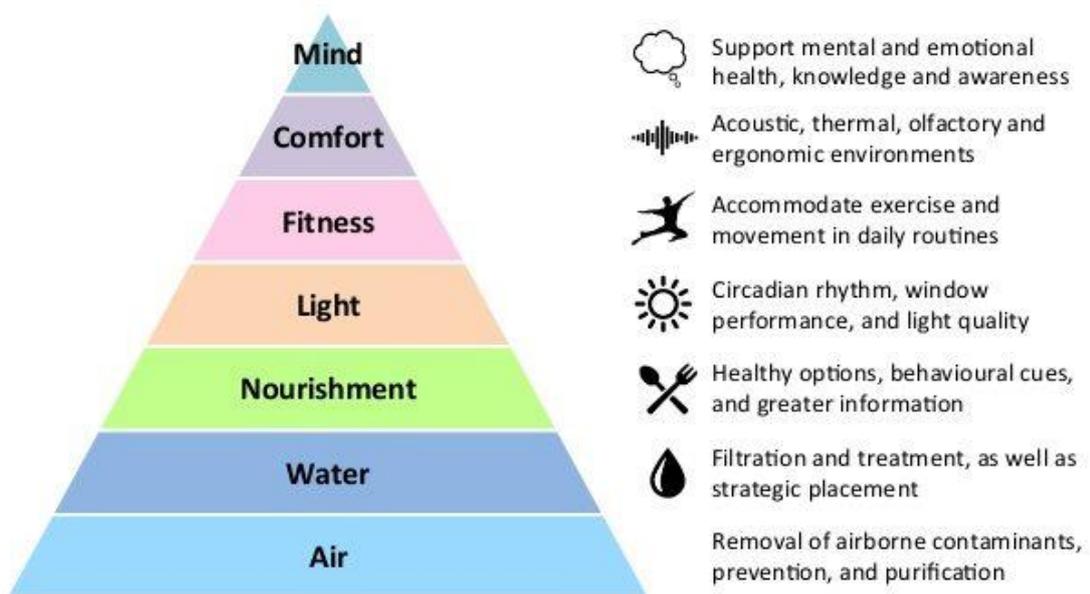
### 3.6. CERTIFICACIÓN WELL



El sistema WELL Building Standard (Estándar de Construcción WELL o WELL) fue desarrollado por Delos y actualmente es gestionado por el International WELL Building Institute (IWBI) y cuenta con la certificación del organismo certificador para el LEED. Su primera versión surge en 2014, se considera un sistema dinámico y es de reconocimiento internacional.

Al contrario que las certificaciones BREEAM, VERDE o LEED, las cuales se desarrollan en torno a unos estándares de sostenibilidad y eficiencia energética, el WELL Building busca la garantía de que el espacio certificado trabaja a favor de la salud y bienestar de los ocupantes.

El estándar de certificación WELL conjuga las mejores prácticas del proceso constructivo con aspectos relacionados con la salud y bienestar basadas en pruebas concretas y se organiza en siete categorías de bienestar denominadas “conceptos”: aire, agua, nutrición, luz, ejercicio, confort y mente. Cada uno de estas categorías se compone de una serie de precondiciones o créditos, destinadas a tratar aspectos concretos como la salud o el confort de los usuarios. A su vez, cada una de estas se subdivide, ajustándose al tipo de edificación de la que se trata. Las precondiciones son obligatorias de modo que si el proyecto no cumple alguno de ellas no se podrá certificar y dependiendo de la cantidad de créditos de optimizaciones aprobados se asigna la cantidad de puntos totales logrados por categoría. Cada crédito es un punto, pudiéndose llegar a alcanzar un total de 105 puntos.



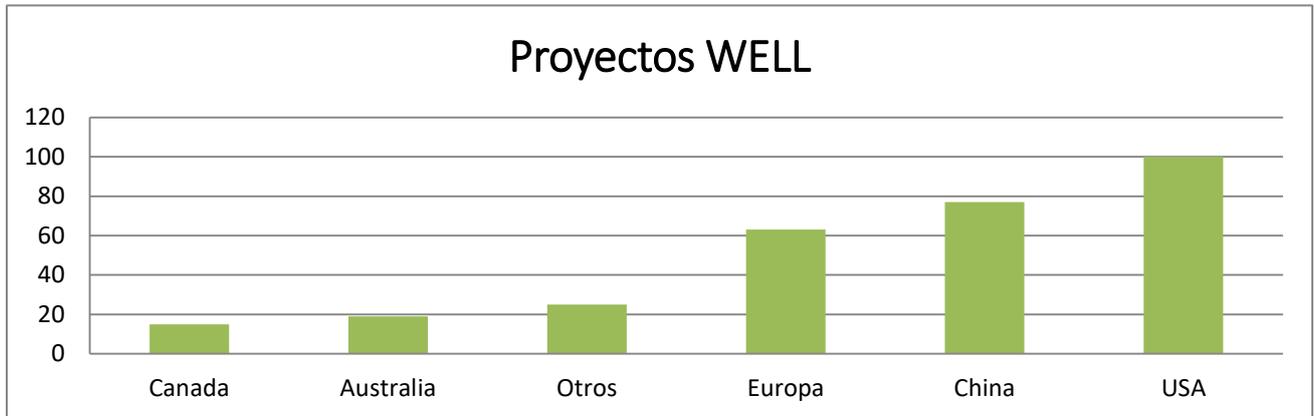
[

FIG. 37]

El primer estándar WELL puede aplicarse a edificios comerciales e institucionales de obras nuevas y existentes, interiores nuevos y existentes y en desarrollos de núcleos y envolventes. En ediciones posteriores se tratan los requisitos concretos para viviendas multifamiliares, comercios, deportivos, centros de convenciones, escuelas, centros de salud, etc. La certificación WELL es voluntaria y necesita de un agente independiente para llevarse a cabo.

Esta herramienta se clasifica en varios niveles de acuerdo a la puntuación obtenida durante el proceso: certificado WELL, certificado WELL por cumplimiento de Núcleo y Envolverte, certificado WELL Silver o Plata, certificado WELL Gold u Oro, certificado WELL Platinum o Platino.

La certificación WELL posee aproximadamente 4.321 proyectos que abarcan más de 54 millones de metros cuadrados en 62 países diferentes.



[GRAF. 3]

Un ejemplo de esta certificación es el Hotel ZEM Altea en la Costa Blanca, Alicante. Obtiene una clasificación WELL Gold a través de la mejora de la calidad del aire, del agua y de la iluminación en el interior del edificio; un fomento de un estilo de vida saludable o el permiso de contacto entre usuarios y naturaleza. Además, cuenta con la Certificación LEED ID+C Hospitality obtenido a través del reemplazo de las instalaciones existentes por otras de alta eficiencia, el uso de energías renovables, la elección de materiales con bajo impacto ambiental o la reducción del consumo de agua.



[FIG. 38]

### 3.7. CERTIFICACIÓN LEED

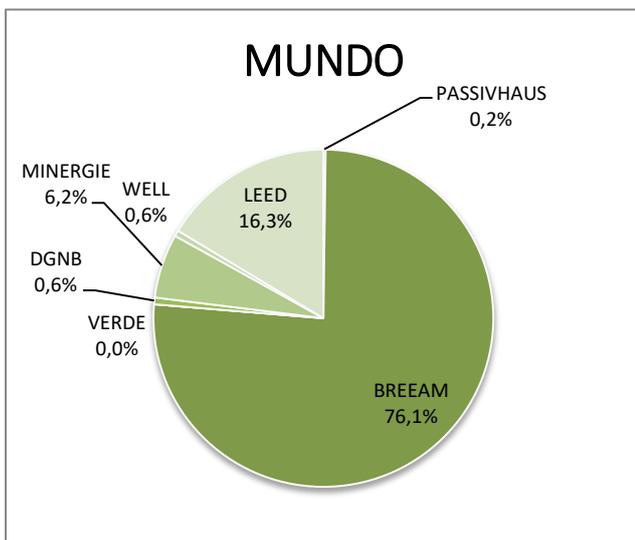


El sistema de certificación LEED (Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental) surge en EEUU en 1994 y posteriormente extendido de manera internacional.

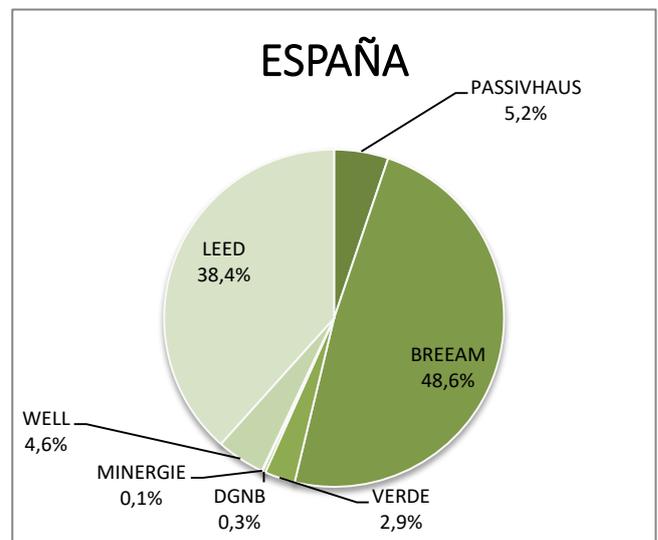
Trabaja también en una serie de aspectos característicos de este tipo de evaluación para conseguir que el edificio adquiera una serie de puntos, con un máximo de 100, para adquirir la certificación en sus diferentes categorías o niveles, plata, oro y platino.

Todas las certificaciones son totalmente complementarias y aplicables tanto a edificios enteros como a espacios concretos dentro de los mismos. Cuando se apliquen varias certificaciones en el mismo proyecto el rendimiento del edificio es optimizado en beneficio del medio ambiente y de la salud de los ocupantes.

[ANEXO 1]



[GRAF. 4]



[GRAF. 5]

	PASSIVHAUS	BREEAM	VERDE	DGNB	MINERGIE	WELL	LEED
<b>MUNDO</b>	1.669	591.906	/	5.000	47.846	4.414	126.938
<b>ESPAÑA</b>	112	1.055	63	6	2	100	834

[TABLA 6]



## 5. CERTIFICACIÓN LEED

### 5.1. ¿QUÉ ES LA CERTIFICACIÓN LEED?

El Sistema de Calificación de Edificios Verdes de Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED - Leadership in Energy and Environmental Design) es un método de certificación internacional de edificios sostenibles que tuvo su origen en EEUU en los 90's. Fue creado por el Consejo de Construcción Verde de Estados Unidos (USGBC – U.S. Green Building Council), una organización sin ánimo de lucro fundada en 1993 en San Francisco con el objetivo de promover prácticas enfocadas en la sostenibilidad en todo el ámbito de la construcción.

Dos años después, en 1995, el USGBC se asoció con NRDC (Consejo de Defensa de Recursos Naturales) creando el sistema de clasificación LEED. Robert K. Watson, principal científico de NRDC, fue “Presidente Fundador” del Comité Directivo de LEED hasta 2007 cuando fue relevado por el Vicepresidente Senior, Scot Horst.

Algunos de los primeros miembros del comité LEED fueron arquitectos como Bill Reed y Sandy Mendler, ingenieros como Richard Bourne, constructores como Gerard Heiber y Myron Kibbe o el cofundador del USGBC, Mike Italiano.

Esta certificación se empleó por primera vez en 1998 en EEUU a través cuando se creó la primera versión de la misma con ayuda del Programa Federal de Administración de Energía. Desde entonces, se ha ido desarrollando y llegando a más de 1000 km<sup>2</sup> de ocupación [21]. En 2017 se registraron 131.837 edificios LEED de 165 países, de los cuales 64.509 de 127 países lograron la certificación [22].

Se ha convertido en uno de los sistemas más expandidos internacionalmente y en España es GBCe quien se encarga de promover esta herramienta. El empleo de la herramienta LEED es de carácter voluntario y no necesita de una persona acreditada como en otros sistemas, aunque se recomienda ya que el uso de la misma proporciona puntuación y ayuda a mejorar y coordinar todo el proceso, pues esta conoce todo el proceso de certificación. Para ello existen profesionales acreditados, aunque no existe la figura de certificador como tal.

A aquellas personas con los conocimientos necesarios sobre el sistema de clasificación LEED se las conoce como “LEED Accredited Professional (AP)”. También existen los LEED Verde Asociados, y desde 2011, LEED Fellows, considerada la más alta categoría.

Este sistema se organiza en torno a un conjunto de normas cuya estrategia es la búsqueda de un aumento de la producción con una mayor eficacia energética en los edificios. Busca el empleo de estrategias que colaboren con la reducción del impacto medioambiental generado por la industria de la construcción (la

creación de un ambiente saludable, la conservación del agua, la disminución de las emisiones de CO2 a la atmósfera, la reducción de residuos, etc.).

El ámbito de evaluación del sistema LEED abarca todo el ciclo de vida de la construcción, es decir, desde el planteamiento urbanístico y el proceso de diseño hasta su construcción y mantenimiento, ajuste de inquilinos y adaptación significativa.

Para evaluar la sostenibilidad de los edificios, la última versión desarrollada del sistema (v4) incluye diferentes categorías como proceso integrador, localización y transporte, la eficiencia energética, el uso de energías alternativas y reducción de emisiones de CO2 (atmosfera), la mejora de la calidad ambiental interior, la eficiencia del consumo de agua, el desarrollo sostenible de los espacios libres de la parcela (parcela sostenible), la administración de los recursos y sensibilidad a sus impactos e innovación y prioridad regional.

Esta certificación es empleada por arquitectos, ingenieros, diseñadores, profesional inmobiliario, paisajistas, financieros, funcionarios, etc. ayudando a convertir al mundo de la construcción hacia la sostenibilidad.

## 5.2.OBJETIVOS LEED

Los objetivos que persigue la certificación LEED son:

- Definir “edificio sostenible” estableciendo un estándar de medición común.
- Promover prácticas de proyecto integradoras entre sistemas y para la totalidad del edificio.
- Reconocer el liderazgo medioambiental en la industria del medio construido.
- Estimular la competencia en sostenibilidad.
- Elevar la apreciación del consumidor de los beneficios que aportan los edificios sostenibles.
- Transformar el mercado del medio construido hacia la sostenibilidad en una generación. [23]

## 5.3. EVOLUCION LEED

La certificación LEED ha evolucionado mucho desde sus orígenes en 1995 en busca de la incorporación de las nuevas tecnologías sostenibles que han ido surgiendo. La versión piloto fue LEED Nueva Construcción (NC) v1.0 siendo un buen punto de partida. Sin embargo, R. K. Watson vio que presentaba unos criterios demasiado estrictos o no medían el rendimiento suficientemente. De esta manera, sus proyectos sirvieron para establecer los requisitos que se incorporaron en la versión LEED NC v2.0 en 2000 con una posible puntuación de 40 a 69 con cuatro niveles de certificación. Basada en esta última, se creó LEED Canadá-NC

v1.0 en 2003 cuando el Consejo de Construcción Ecológica de Canadá logró el permiso necesario para crear su propia versión de LEED. En 2005 se aplicaron modificaciones dando lugar a LEED NC v2.2.

En 2007 se lanzó la versión más empleada, LEED v3, actualmente conocida como LEED 2009 tras las modificaciones realizadas ese año. Esta versión llevo consigo un nuevo proceso de desarrollo continuo, una nueva versión LEED Online y un tercer programa revisado de sistemas de calificación. Contaba ya con una puntuación posible de 100 puntos repartidos en las distintas categorías más 10 posibles puntos extra de Innovación y diseño y prioridad regional. Esta también califica para cuatro niveles de certificación: Certificado, Plata, Oro y Platino.



En 2014, se introdujo LEED v.4, que añade tecnología, políticas y estándares gubernamentales que se han ido desarrollando a lo largo de los años, además de unos requisitos más estrictos para lograr mejorar la reducción de carbono y la salud de las personas y en 2019 el USGBC

lanzó definitivamente LEED v4.1 Diseño y construcción de edificios, Diseño de interiores y construcción, Residencial, Ciudades y comunidades, tras un primer borrador en 2018. Con LEED v4.1, se transforma principalmente el proceso de desarrollo del sistema de calificación, haciéndolo más fácil, ágil y ajustable. En la última actualización se incorporaron modificaciones para asegurar un sistema de calificación que sea accesible entre las que se encuentran la introducción de una métrica de carbono para nuevos edificios en LEED, un aumento del estándar de referencia energética de NC a ASHRAE 90.1 2016 y unos reajustes para dar prioridad a los problemas más actuales. LEED v4 ofrece una mayor flexibilidad para la adaptación de las estrategias a cada proyecto mientras centra su atención en un mayor rendimiento para el diseño, operaciones de desarrollo e mantenimiento del proyecto. Busca un enfoque de red inteligente, promoviendo aquellos proyectos que respondan a la demanda.

A pesar de haber evolucionado a lo largo de los años, LEED tiene un sistema de puntos como base, en el cuál los proyectos deben cumplir con una serie de prerrequisitos y unos requisitos mínimos del programa, aunque los créditos son opcionales. De esta manera, el proyecto debe cumplir con un mínimo de 40 puntos.

LEED también sirve como base para otros sistemas de calificación de sostenibilidad como, por ejemplo, los Laboratorios de la Agencia de Protección Ambiental<sup>21</sup>.

## 5.4.FUNCIONAMIENTO LEED

El sistema funciona mediante la calificación por puntos o créditos de los edificios en función del cumplimiento de unos determinados requisitos organizados en seis categorías. Estas categorías son “Localización y Transporte” o “Ubicación y planificación” (Location and Transportation-LT), “Sitios sostenibles” o “Parcelas Sostenibles” (Sustainable Sites - SS), “Eficiencia del agua” (Water Efficiency - WE), “Energía y atmósfera” (Energy and Atmosphere - EA), “Materiales y recursos” (Materials and Resources - MR) y “Calidad ambiental de los Interiores” (Indoor Environmental Quality - IEQ). A estas categorías ambientales se les añade dos aspectos más, “Innovación en el diseño” (Innovation and Design - ID) y “Prioridad Regional”. Todos estos aspectos medidos desde un punto de vista energético y a través de pautas de diseño objetivas y pautas cuantificables.

Dentro de cada uno de estos apartados se incluye una serie de requisitos de carácter obligatorio (prerrequisitos) y créditos de cumplimiento voluntario (créditos).

Este sistema de puntuación otorga un número de puntos de acuerdo con los requisitos de cada una de las categorías, teniendo en cuenta la necesidad de que los edificios cumplan al menos unos mínimos necesarios para poder aplicar el sistema. Se puede lograr hasta 100 puntos y un extra de 10 puntos más que engloban la categoría de “Innovación en el diseño” (6 puntos) y “Prioridad regional” (4 puntos).



### 5.4.1. CATEGORIAS

- **Localización y Transporte (LT):** se tiene en cuenta la ubicación de la construcción atendiendo a aspectos como la conexión con los servicios, el empleo del transporte alternativo provocando un descenso de los desplazamientos en vehículos particulares y fomentando la actividad física o el desarrollo compacto sin la ocupación de lugares no apropiados. Esta categoría considera las características propias del entorno circundante y como su organización afecta al comportamiento de los usuarios.



- **Sitios sostenibles (SS):** o parcela sostenible donde se busca la revitalización de terrenos desaprovechados, cercanía y conexión con transportes públicos, un control de las aguas pluviales, protección y restauración de los hábitats, etc. Hace referencia a un aspecto de bioclimatismo que consiste en un estudio previo que permita localizar las oportunidades del lugar. Atiende al entorno que rodea al edificio, buscando incorporar el sitio junto a los ecosistemas del entorno y proteger la biodiversidad de la que dependen los sistemas naturales.



- **Eficiencia del agua** (WE): persigue un consumo eficiente del agua a través de un empleo responsable de la misma, tanto en interiores como en exteriores, y requiere del compromiso de compartir los datos de consumo durante cinco años desde la ocupación o certificación del edificio. Es necesario explotar todas las oportunidades que ofrece el lugar para la reducción del consumo de agua potable, aprovechamiento de aguas grises, reducción de aguas residuales, etc.



- **Energía y atmosfera** (EA): su prioridad es la reducción del consumo energético y emisiones de CO<sub>2</sub>, como muchos otros sistemas de certificación. Debe cumplir los mínimos del Estándar ASHRAE 90.1-2007 demostrando al menos un ahorro energético del 12% al 48% o superior. La eficiencia energética de un edificio ecológico empieza con un diseño que reduzca las necesidades generales del mismo (la orientación del edificio, el acristalamiento y los materiales empleados, etc.) y la búsqueda de fuentes de energía renovables (calefacción y refrigeración pasivas, ventilación natural, etc.). Requiere del compromiso de compartir los datos de consumo energético durante cinco, al igual que con el consumo de agua.



- **Materiales y recursos** (MR): se pretende que los materiales empleados sean regionales, reciclados, se obtengan de manera responsable (durante la extracción, procesamiento, transporte, mantenimiento y eliminación de los mismos), renovables y que el uso de otros elementos para la conservación y mantenimiento del edificio sea también lo menos dañino posible para el medioambiente. Además, se gestionan y almacenan los residuos durante la construcción.



- **Calidad del ambiente interior** (EQ): según el Centro para el Control de Enfermedades, la Calidad Ambiental Interior es "la calidad del entorno de un edificio en relación con la salud y el bienestar de quienes ocupan espacio dentro de él" [24]. Esta categoría busca un adecuado ambiente interior en los edificios: ventilación natural, confort térmico y acústico, iluminación adecuada para los usuarios, disminución de contaminantes, control de humos, etc. e incluso aspectos como limpieza, colores, altura de techos, acabados, etc. Una buena calidad interior del edificio protege la salud y la comodidad de los usuarios, mejoran la productividad, revalorizan el edificio, etc.



- **Innovación en el diseño** (ID): estudia, entre otras cosas, las medidas de diseño que no se tienen en cuenta en los puntos anteriores y que evolucionan constantemente. Esta categoría trata de reconocer proyectos con

unas características constructivas innovadoras y unas estrategias sostenibles. Una innovación sostenible permite el empleo de un sistema nuevo que no se acerca al sistema de calificación de LEED para cumplir con los créditos, no obstante, tiene que ser impactante y medible.



- **Prioridad regional (RP)**: estudia las cuestiones ambientales propias de cada área con problemas naturales o artificiales dando lugar a preocupaciones o activos ambientales. Naturales como la escasez de agua y artificiales como las cuencas hidrográficas contaminadas.

## 5.4.2. PREREQUISITOS Y CRÉDITOS

Para establecer una ponderación determinada para el sistema de créditos se utiliza una serie de edificios tomados como referencia para estimar unos impactos ambientales. Las ponderaciones sirven para clasificar la importancia relativa de dichos impactos dentro de cada una de las categorías. Los datos obtenidos sobre los impactos en la salud ambiental y del usuario se usan para adjudicar puntos a las categorías (créditos).

El peso de cada crédito se clasifica de acuerdo a las “Herramientas de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos para la Reducción y Evaluación de Impactos Químicos y Otros Impactos Ambientales” (TRACI) [25] y el esquema de ponderación de impacto ambiental del NIST (Instituto Nacional de Estándares y Tecnología).

Los puntos se distribuyen por las siete categorías existentes y, además, hay unos requisitos previos sin puntuación que con obligatorios para cualquier proyecto, los prerequisites.

## 5.4.3. NIVELES

Según el número de puntos obtenidos, LEED se organiza en cuatro niveles:

- LEED Certificate (Certificado): se obtiene con la puntuación mínima y abarca desde los 40 a 49 puntos.
- LEED Silver (Plata): se obtiene con una puntuación de 50 a 59 puntos.
- LEED Gold (Oro): se obtiene con una puntuación de 60 a 79 puntos.
- LEED Platinum (Platino): es la máxima calificación, con una puntuación de 80 o más.



[FIG. 39]

## 5.5.SISTEMAS DE CLASIFICACION LEED Y SUS CONSTRUCCIONES

LEED resulta lo suficientemente versátil como para aplicarse a todo tipo de construcciones. Existen diversos métodos de evaluación de acuerdo con las características y complejidad del edificio. En un inicio, estas certificaciones se aplicaban a construcciones de nueva planta, aunque con posterioridad se han desarrollado sistemas de evaluación dedicados a edificaciones de obra nueva, construcciones existentes mejoradas, equipamiento urbano, remodelaciones, rehabilitaciones o reformas, actuaciones de pequeñas o grandes dimensiones, intervenciones en interiores, fachada, estructura, etc. LEED funciona en todo el ciclo de vida del edificio (diseño y construcción, operación y mantenimiento, ocupación y adaptaciones importantes).

Existe una clasificación de esta herramienta en función del uso del edificio. El primer paso para establecer la certificación LEED es definir qué tipo es. Las más importantes son:

### **BD + C: Diseño y construcción de edificios:**

Este sistema se centra en aspectos como la accesibilidad, estándares actuales y experiencias reales. Se emplean principalmente en nuevas construcciones de oficinas. Sin embargo, ha sido utilizada para otro tipo de construcciones. Se encuentran dentro de esta clasificación edificios de oficinas, edificios residenciales, edificios gubernamentales, edificios institucionales como museos o iglesias, plantas de fabricación y laboratorios, instalaciones de esparcimiento, etc. Es para edificios de nueva construcción o renovaciones de gran porte, con al menos un 60% de la superficie bruta del proyecto completada (salvo LEED BD+C: Core & Shell). Se clasifica en:

-Nueva construcción y renovación importante: principalmente no atienden usos educativos, minoristas, centros de datos, almacenes y centros de distribución, hostelería o atención médica. Para edificios residenciales de más de 4 alturas se puede aplicar Nueva Construcción o Multifamily Midrise.

-Desarrollo Core & Shell: edificios nuevos o con una importante renovación de la carcasa exterior o unidades mecánicas, eléctricas, etc. aunque no un equipamiento interior completo. Se emplea cuando más del 40% de la superficie bruta del proyecto está incompleta.

-Escuelas: para aprendizaje básico y auxiliar en terrenos de la escuela K-12 (educación primaria y secundaria) y, opcionalmente, para educación superior o edificios no académicos en campus escolares. Incorpora aquellos elementos de diseño inteligente que se consideran necesarios para el desarrollo adecuado de una institución educativa, integrando los principios ecológicos y sostenibles.

-Venta al por menor: para realizar venta minorista incluyendo atención al cliente y áreas de almacenamiento o preparación que respaldan el servicio al cliente.

-Centros de datos: edificios que han sido diseñados y equipados de una manera concreta para satisfacer las necesidades de aparatos informáticos potentes, empleados para almacenamiento y procesamiento de datos.

-Almacenes y Centros de distribución: para edificios de almacenaje de bienes, mercancías, manufacturas, materias primas o auto-almacenamiento.

-Hospitalidad: hoteles, moteles, posadas o negocios incluidos en el sector servicios que proporcionan alojamiento a corto plazo con o sin servicios auxiliares.

-Cuidado de la salud: edificios como hospitales que funcionan continuamente (24 horas al día, 7 días a la semana) y dan atención médica a pacientes hospitalizados

-Hogares y Multifamiliares Lowrise: para viviendas unifamiliares o edificios residenciales con 1-3 alturas.

-Multifamiliar Midrise: para edificios residenciales de más de 4 alturas en los cuales al menos el 50% debe ser de uso residencial.

En este sistema de clasificación encontramos también LEED BD + C: Tránsito: el sector del transporte evoluciona rápidamente y también tiene un papel importante en cuanto al ahorro de energía, agua y reducción de contaminantes se refiere. [\[ANEXO 2.1\]](#)

#### **ID + C: Diseño de interiores y construcción:**

En este sistema se centra en proyectos de acondicionamiento interior y en las realidades de esos espacios. Es para espacios interiores que son un equipamiento, con al menos un 60% de la superficie bruta del proyecto completada (salvo LEED BD+C: Core & Shell). Se clasifica en:

-Interiores comerciales: espacios interiores destinados a aquellos usos no incluidos en la categoría de comercio minorista ni hostelería

-Venta al por menor: para realizar venta minorista incluyendo atención al cliente (ashowroom) y áreas de almacenamiento o preparación que respaldan el servicio al cliente.

-Hospitalidad: hoteles, moteles, posadas o negocios incluidos en el sector servicios que proporcionan alojamiento a corto plazo con o sin servicios auxiliares. [ANEXO 2.2]

### **Operaciones y mantenimiento de edificios O + M:**

Busca maximizar la eficiencia de los edificios ya existentes y reducir en medida de lo posible los impactos que este pudiese tener sobre el medio ambiente. Se enfoca en temas de limpieza y mantenimiento tanto interior como exterior, reciclaje, modernización de sistemas, etc. Es aplicable tanto a edificios que busquen la certificación por primera vez, como a aquellos que ya optaron por LEED cuando fueron construidos. Se centra en edificios en pleno funcionamiento y con una ocupación mínima de un año. El proyectos puede estar o no en trabajos de mejora y debe incluir toda la superficie bruta del proyecto. Se clasifica en:

-Edificios existentes: edificios existentes completos que no sirven para la educación K-12, venta al por menor, centros de datos, almacenes y centros de distribución o usos de hospitalidad.

-Interiores existentes: espacios interiores ya existentes incluidos en una porción de edificio, funcionales para fines comerciales o de hospitalidad.

Incluye aplicaciones para escuelas, hotelería, comercio minorista, centros de datos y almacenes y centros de distribución:

-Venta al por menor: para realizar venta minorista incluyendo atención al cliente (ashowroom) y áreas de almacenamiento o preparación que respaldan el servicio al cliente.

-Escuelas: para aprendizaje básico y auxiliar en terrenos de la escuela K-12 (educación primaria y secundaria) y, opcionalmente, para educación superior o edificios no académicos en campus escolares. Incorpora aquellos elementos de diseño inteligente que se consideran necesarios para el desarrollo adecuado de una institución educacional, integrando los principios ecológicos y sostenibles.

-Hospitalidad: hoteles, moteles, posadas o negocios incluidos en el sector servicios que proporcionan alojamiento a corto plazo con o sin servicios auxiliares.

-Centros de datos: edificios que han sido diseñados y equipados de una manera concreta para satisfacer las necesidades de aparatos informáticos potentes, empleados para almacenamiento y procesamiento de datos.

-Almacenes y Centros de distribución: para edificios de almacenaje de bienes, mercancías, manufacturas, materias primas u otras, como auto-almacenamiento.

-Multifamiliar: para proyectos existentes de más de 20 unidades de vivienda, ya sea un edificio completo o un complejo (por ejemplo, viviendas adosadas). [\[ANEXO 2.3\]](#)

### **Casas (LEED for Homes):**

Es el método de certificación más reconocido internacionalmente para el diseño, construcción y operación de viviendas. Se emplea para viviendas unifamiliares y multifamiliares de baja altura (1-3 pisos) o de mediana altura (4-6 pisos). Este sistema busca el diseño de casas con un alto rendimiento en aspectos de sostenibilidad con el empleo de “ecotécnicas”. Abogan por viviendas con un menor uso de agua y de energía, menor producción de residuos, una mejora de la salud y el confort de los habitantes, etc. Las construcciones con este tipo de certificación presentan principalmente una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, gases de efecto invernadero, reducción de toxinas en el interior,... Otras categorías adicionales son ubicaciones y vínculos (transporte, espacios abiertos y actividad física), además de la conciencia y la educación. Aborda edificios residenciales de nueva construcción o sometidos a una renovación importante y se necesita que, como mínimo, el 60% de la superficie bruta total debe estar completada, salvo LEED Residencial BD + C: Viviendas Multifamiliares Core and Shell, que requiere el 100%.

-Viviendas unifamiliares: viviendas unifamiliares de nueva construcción, adosadas o separadas, y para edificios con hasta 4 unidades.

-Viviendas Multifamiliares: para cualquier edificación con uso residencial predominante de dos o más unidades y de altura variable.

-Viviendas Multifamiliares Core y Shell: para edificios multifamiliares de nueva construcción o sometidos a una importante renovación de la carcasa exterior o unidades mecánicas, eléctricas, etc. aunque no un equipamiento interior completo. Se emplea cuando más del 40% de la superficie bruta del proyecto está incompleta. [\[ANEXO 2.4\]](#)

### **Ciudades y comunidades:**

Es uno de los más recientes. Se aplica para ciudades enteras y partes de una ciudad. Tienen la capacidad de medir y gestionar el consumo de agua, de energía, los residuos, el transporte y la propia experiencia humana. Aboga por el desarrollo hacia ciudades resilientes, ecológicas, inclusivas e inteligentes. Incluye nuevos tipos de proyectos como aquellos en fase de planificación y diseño y los referentes a ciudades ya existentes.

-Plan y diseño: para nuevas ciudades y comunidades que aún están en la fase de planificación y/o diseño.

-Existente: para ciudades y comunidades que están construidas al menos al 75%. [\[ANEXO 2.5\]](#)

**Desarrollo del vecindario ND:**

Incluye los principios básicos para un desarrollo inteligente de los barrios, el urbanismo y el edificio sostenible. Es una certificación innovadora que debe cumplir con los más altos estándares ecológicos de respeto por el medio ambiente. Este sistema es para aquellos proyectos de desarrollo de terrenos o reurbanización para usos residenciales, no residenciales o ambos. Su aplicación puede ser desde la etapa de desarrollo o planificación conceptual hasta la construcción del proyecto. Se recomienda que un 50% de la superficie total sea nueva construcción o de renovación importante.

-Plan: para proyectos aun en planificación conceptual, planificación maestra o en construcción.

-Proyecto construido: para proyectos de desarrollo ya terminados.

**Recertificación LEED:**

La recertificación supone un paso importante para conseguir mantener el activo de construcción, es decir, ayuda a conservar y mejorar el edificio mientras se compromete con la sostenibilidad del lugar. Este sistema existe para todos los proyectos ya ocupados y previamente certificado con LEED, fuese cual fuese su calificación inicial o que versión se emplease. Este proceso otorga al proyecto la certificación LEED O+M de la versión más actual.

**LEED Zero:**

Se aplica a todos los proyectos con certificación LEED BD+C o LEED O+M (o registrados para obtenerla) y con objetivos netos cero en carbono, agua y residuos. LEED Cero Energy premia a los edificios o espacios que logran un resultado de uso de energía de fuente cero en 12 meses; LEED Cero Water premia a los edificios que logran un resultado en el consumo de agua potable de cero durante 12 meses y LEED Cero Waste premia a los edificios que consiguen la certificación "TRUE Zero Waste" de GBCI en el nivel Platinum.

**LEED para Aeropuertos:** Es el más reciente. Es la certificación para el diseño, construcción y operación para aeropuertos nuevos y existentes.

## 5.6. ALGUNOS EDIFICIOS NOTABLES

LEED cuenta con 126.938 edificios certificados en todo el mundo, de los cuales 834 se localizan en España.

NIVEL DE CERTIFICACION	MUNDO	ESPAÑA
<b>CERTIFICADO</b>	<p>-2011: el Chicago Park District - Soldier Field en Chicago con LEED-EB 2.0 (Puntuación: 37).</p> <p>-2019: el Parco Leonardo-Edificio hotelero 1 en Roma, Italia con LEED v4 BD + C: Hospitalidad (Puntuación: 46).</p>	<p>-2015: el Centro de nutrición Affinity en Masquefa, Barcelona con LEED 2009 Nueva Construcción (Puntuación: 43).</p> <p>-2013: el Palacio Euskalduna en Bilbao, País Vasco con LEED 2009 Operaciones y mantenimiento de edificios existentes (Puntuación: 42).</p>
<b>PLATA</b>	<p>-2017: el "Shell Technology Centre Amsterdam" en Amsterdam con LEED v4 O + M: Edificios existentes (Puntuación: 55).</p> <p>-2018: la Torre Americas 1000 en Guadalajara, México con LEED 2009 Core y Shell (Puntuación: 53).</p>	<p>-2010: el Centro de Coordinación 112 en Reus, Tarragona con LEED-NC 2.2 (Puntuación: 36).</p> <p>-2017: el Edificio Gallery en Valencia con LEED v4 BD + C: Core y Shell (Puntuación: 52).</p>
<b>ORO</b>	<p>-2015: el Nippon Life Marunouchi Garden Tower en Tokio, Japón con LEED 2009 Core y Shell (Puntuación: 69).</p> <p>-2020: el Empire State Building con Recertificación LEED v4 (Puntuación: 76).</p>	<p>-2014: la Fundación Gas Natural Fenosa, en Sabadell, Barcelona con LEED-NC 2.2 (Puntuación: 41).</p> <p>-2012: Edif. 4B, Parque Empresarial Cristalía en Madrid con LEED-CS 2.0 (Puntuación: 36).</p>
<b>PLATINO</b>	<p>-2011: la Torre "Taipei 101" en Taiwan, China con LEED 2009 O+M (Puntuación: 82).</p> <p>-2016: el Siemens HQ Munich en Alemania con LEED 2009 Nueva Construcción (Puntuación: 87).</p>	<p>-2014: el Edificio Lucía de Valladolid con LEED 2009 Nueva Construcción (Puntuación: 98).</p>

[TABLA 7]

## 5.7. BENEFICIOS LEED

La estrategia de LEED aboga por beneficios que van desde una mejora de la calidad del aire y el agua hasta la reducción de los desechos sólidos, tratando aspectos como el económico, ambiental o la salud.

### **Beneficios económicos:**

El costo inicial y de construcción aumenta en este tipo de edificaciones e incluso existe una falta de disponibilidad de los materiales que cumplan los estándares LEED. La búsqueda de esta certificación también supone un gasto en sí mismo (asesores, personal acreditado, etc.). Sin embargo, estos costos se compensan a largo plazo debido a costos operativos inferiores a los estándares industriales.

Según el USGBC, la sostenibilidad favorece un mejor desempeño financiero y lleva a una diferenciación del mercado, lo que supone una ventaja competitiva.

LEED trata de administrar de la mejor manera posible el rendimiento de sus edificios ofreciendo un marco integral para el diseño, construcción, operaciones y rendimiento de los mismos. Además, ayuda a los inversores en el cumplimiento de los objetivos ESG (ISR o el ESG: Environmental, Social and Governance).

### **Beneficios para la salud:**

Los proyectos con esta certificación suponen un entorno de trabajo y vida más saludable que, generalmente, desemboca en una mayor productividad y un aumento de la salud y la comodidad. Crea espacios con una buena calidad de ambiente interior y favorece la reducción de la contaminación disminuyendo la probabilidad de aparición de problemas de salud y reduciendo el smog.

### **Beneficios ambientales:**

LEED supone una reducción del impacto ambiental con una disminución en el uso de energía entre el 20-25%, de las emisiones de CO<sub>2</sub> del 33%, del uso del agua del 40-50% y de los residuos sólidos un 25% [26] además de una reducción de las emisiones de carbono.

Ha resultado innovador en la reutilización de materiales de construcción recuperados como, por ejemplo, la reutilización de asbesto como aislamiento en calentadores y puede ayudar a los edificios de nueva construcción o los existentes con el aumento de las estrategias sostenibles empleadas para aumentar su

rendimiento. Busca también una disminución del empleo de vehículos a través de ubicaciones eficientes y la posibilidad de transporte alternativo.

Por otro lado, el USGBC apuesta con LEED por la Arquitectura 2030 con el objetivo de eliminar el empleo de combustibles fósiles que emitan gases de efecto invernadero.

En definitiva, la certificación LEED es la validación del rendimiento de una construcción. Las construcciones con esta certificación son menos costosas de construir y mantener, ahorran energía y agua, reducen los residuos que son enviados a los vertederos, se reducen los gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera, etc. combinando un buen rendimiento ambiental, económico y un rendimiento dedicado al bienestar de los ocupantes del edificio. Son construcciones más seguras y saludables para los usuarios, sea cual sea su tipología, suponiendo un mayor valor de arrendamiento en el mercado inmobiliario respecto de los edificios convencionales.

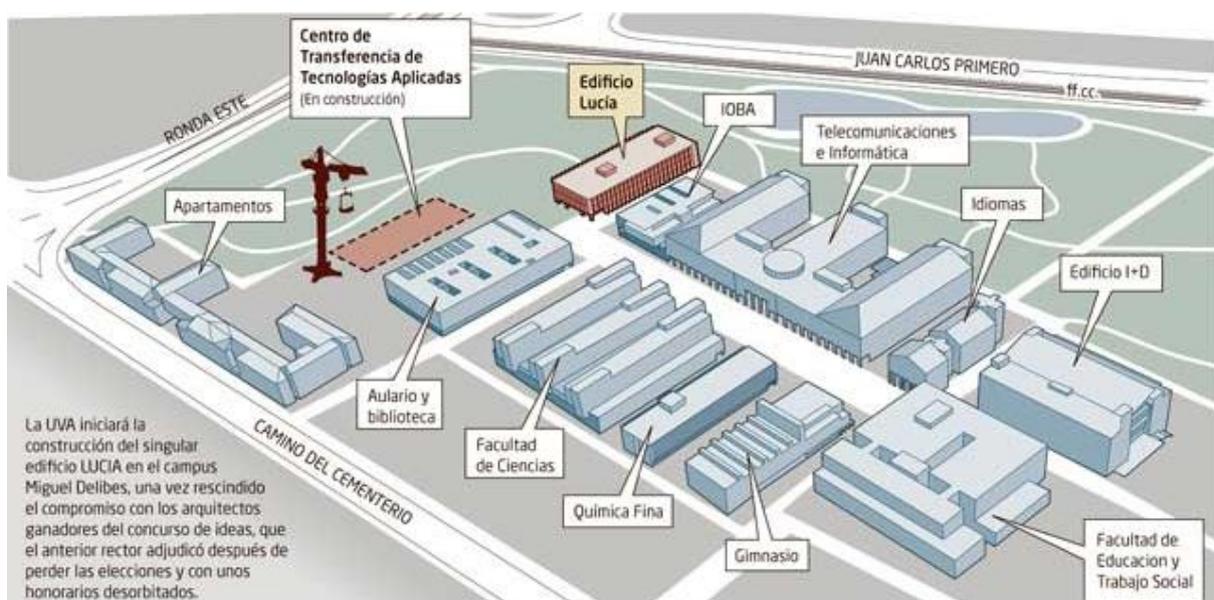
## 6. EDIFICIO LUCIA

El edificio LUCIA se trata de una construcción funcional y moderna del arquitecto Francisco Valbuena García, director de la Unidad Técnica de Arquitectura de la Universidad de Valladolid encuadrado en un solar del Campus “Miguel Delibes” de la UVA. Es un edificio de investigación con carácter administrativo capaz de adaptarse a diversos usos relacionados con materias de investigación aplicada siendo flexible en la distribución de espacios en respuesta a la demanda. Se creó con la finalidad de construir un “Edificio para Lanzadera Universitaria de Centros de Investigación Aplicada” vinculado al desarrollo de actividades I+D+i. En él se desarrollan actividades de investigación de diferentes campos con necesidades y metodologías distintas y se ha convertido en una referencia a nivel mundial en arquitectura sostenible y eficiencia energética.

El edificio LUCIA fue diseñado en el año 2010/11 y construido entre 2012/13 durando la obra 15 meses y abrió sus puertas en 2014. Es un edificio de tres plantas con fines de investigación y 7.499,72 m<sup>2</sup> de área total construida [27] y 6.582,35 m<sup>2</sup> de superficie útil total.

Contiene tres centros científicos dentro de una única infraestructura y módulos de trabajo para empresas asociadas. Hablamos de 8.269,77 m<sup>2</sup> computables donde conviven:

- Ud. de Investigación en Nutrición, Alimentación y Dietética (2.100 m<sup>2</sup>).
- Ud. de Estudios Genéticos y Prevención Neonatal de las Metaboloopatías (2.100 m<sup>2</sup>).
- Centro de Desarrollo de la Sociedad Digital del Conocimiento (950 m<sup>2</sup>).
- Módulos de trabajo asociado a los centros.



[FIG. 40]

## 6.1. EL SOLAR

El solar donde se sitúa el edificio LUCIA se encuentra dentro del suelo clasificado como “Suelo Urbano Consolidado” según el Plan General de Ordenación de Valladolid, sita en el Campus Universitario “Miguel Delibes”, Paseo del Cementerio s/n. Está dentro del ámbito definido por el “Plan Especial de la Finca de los Ingleses” para el Campus de la Uva. Dentro del mismo, se encuentra en un volumen de control de área 75x75 m<sup>2</sup>, un solar cuadrado con las esquinas totalmente ortogonales proyectado como un volumen exento con una separación del edificio IOBA de una franja vacía de 20x75 m<sup>2</sup>. El terreno cuenta con una suave pendiente, existiendo ya un talud previo que favorece la reducción del impacto exterior.

## 6.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El edificio se inscribe en un paralelepípedo de base rectangular 30x75 m. con un pequeño volumen anexo dedicado a instalaciones. El edificio principal se encuentra aislado en sus cuatro caras y llega a alcanzar la altura máxima permitida por normativa de 14 m. con tres plantas sobre rasante, cubierta ajardinada y una planta bajo rasante, asomándose tímidamente hacia la plaza interior del Campus Universitario en una de sus caras cortas mediante un porche.

Francisco Valbuena dice que es el propio Campus de la Universidad el que está mal orientado, por eso se busca una estrategia para optimizar la entrada de luz solar y evitar sobrecalentamientos. De esta manera, la fachada noroeste, que da al claustro, se cierra prácticamente en su totalidad evitando en medida de lo posible cualquier pérdida térmica. Por el contrario, la fachada opuesta, la sureste, se abre completamente situando en su módulo central un gran muro cortina fotovoltaico o captador solar. Las fachadas longitudinales se pliegan a modo de dientes de sierra buscando la orientación sur y este, creando huecos a 45º, generando así un ritmo que permite una correcta modulación interior y da cierto carácter al aspecto exterior.

### **Programa de necesidades:**

Se desarrolla en cuatro plantas; una planta sótano bajo rasante, entendida como semisótano ventilado e iluminado de manera natural prácticamente en su totalidad, a través de tres de sus fachadas, dividida en dos volúmenes, y tres plantas sobre rasante, baja, primera y segunda con una planta de cubierta añadida.

El edificio se organiza en tres bandas longitudinales, una central destinada a albergar todas las dependencias de servicio (vestuarios, almacenes, áreas de descanso, baños, etc.) donde se encuentran dos grandes núcleos abiertos que funcionan como entradas de luz natural asomando en la cubierta como lucernarios o chimeneas solares, y las dos laterales donde se localizan los espacios de trabajo. Se ha creado un módulo de trabajo

formado por un espacio central de laboratorio al que se le adosan dos despachos adaptables a las necesidades requeridas, pudiendo modificarse debido a su configuración modular.

Las funciones asignadas a cada planta son:

- En la **planta sótano** se encuentran los espacios destinados a las instalaciones técnicas del edificio. Se trata de dos volúmenes encajados en los taludes del terreno entre los que se crea un espacio abierto y protegido con la función de aparcamiento exterior. Superficie total: 1.338,32 (construida) y 1.225,81 (útil).
- En la **planta baja** está el acceso principal, una zona de uso público para pacientes de la ud. de “Investigación de Nutrición, Alimentación y Dietética”, salas para el “Centro de Desarrollo de la Sociedad Digital del Conocimiento” y otros espacios. Superficie total: 1.951,34 (construida) y 1.696,02 (útil).
- En la **primera planta** se ubican los espacios de trabajo asignados a la ud. de “Estudios Genéticos y Prevención Neonatal de las Metabolopatías”, espacios destinados a las empresas asociadas y otros espacios. Superficie total: 2.072,70 (construida) y 1.818,96 (útil).
- En la **segunda planta** están las zonas de trabajo para la ud. de “Investigación de Nutrición, Alimentación y Dietética” y desde aquí se puede acceder a la planta de cubiertas. Superficie total: 2.072,70 (construida) y 1.806,29 (útil).
- En la **planta de cubiertas** se localizan los espacios para uso exclusivo de labores técnicas de mantenimiento y se organiza como el interior del edificio en tres bandas, con los equipos técnicos de instalaciones en la central y cubierta ajardinada en las bandas laterales. Superficie total: 64,66 (construida) y 35,27 (útil). [\[ANEXO 3\]](#)

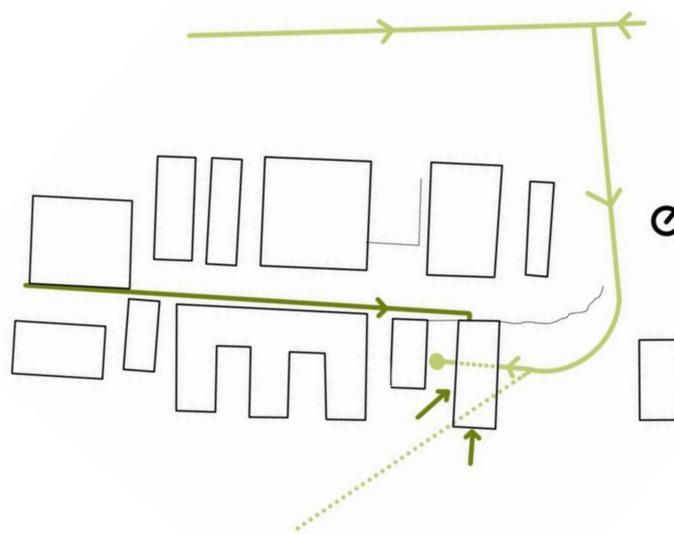
-

### 6.3. ACCESOS Y CONEXIONES

Existen diferentes formas de acceder al edificio. Por un lado, el propio Campus Universitario “Miguel Delibes” posee vías de servicio en sus extremos junto con la Ctra. Circunvalación que lo atraviesa para el acceso de vehículos especiales. De esta forma, el acceso rodado al edificio se realiza a través del Camino Viejo del Cementerio y el edificio conecta con la vía pública a través de una red viaria anular localizada bajo rasante, en la planta sótano mediante la prolongación del vial en anillo, la ya mencionada circunvalación.

El tramo rodado entre el edificio IOBA y el edificio LUCIA se desarrolla al aire libre creando esa franja vacía de separación de 20x75 m. entre ambos edificios donde se localiza una explanada destinada a aparcamiento, favoreciendo al mismo tiempo la correcta iluminación y ventilación natural del sótano de la edificación.

Por otro lado, los accesos peatonales se realizan a través del tramo del Paseo Belén no asfaltado hasta una galería continua que recorre el perímetro de la plaza interior del Campus en planta baja hasta llegar al edificio LUCIA (acceso principal), a través del área ajardinada de la zona sur o a través de la planta sótano donde se ubica uno de los núcleos de comunicación, el situado más al norte. El otro núcleo arranca en la planta baja, donde se localiza el acceso peatonal principal. Además, el edificio da mucha importancia a la integración de total de personas discapacitadas buscando una accesibilidad universal.



[FIG. 41]

## 6.4. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA

Por un lado, la estructura portante del edificio se compone de distintos tipos de soporte, pilares de hormigón armado de sección rectangular o circular que varían su sección aumentando desde cubierta hasta planta sótano y muros de hormigón armado de 30 cm de espesor para el cerramiento perimetral del sótano y núcleos de comunicación (pantallas) junto con los muros de contención de tierras. La estructura horizontal se resuelve con una solera de hormigón sobre enchachado en el sótano y de losas macizas de hormigón armado de  $e=30$  cm. para los forjados.

Por otro lado, la cimentación del edificio consiste en zapatas aisladas bajo los pilares y zapatas corridas bajo los muros de hormigón de los núcleos de comunicación, muros de contención de tierras y los muros de sótano. Esta se apoya en el sustrato de gravas y arenas denominado capa "B", llamo así al 2º estrato en el estudio geotécnico.

## 6.5. ENVOLVENTE

Las fachadas noreste y suroeste, plegadas en forma de dientes de sierra, se resuelven mediante paneles prefabricados de hormigón aligerado en las caras de los pliegues orientadas al norte y al oeste y paños acristalados en las caras orientadas al sur y al este con zonas opacas de panel sándwich de aluminio. La fachada noroeste se compone principalmente de paneles prefabricados de hormigón aligerado mientras que la fachada sureste se resuelve como los pliegues acristalados de las fachadas longitudinales, paños acristalados con zonas opacas de panel sándwich, con lamas prefabricadas perpendiculares a la misma, junto con una doble piel central de paneles fotovoltaicos.

La cubierta del edificio se proyectó como una cubierta plana invertida con una zona central para tránsito peatonal para las tareas de mantenimiento y, el resto, como una cubierta ajardinada.

Rendimiento envolvente	
Valor U del sobre:	0,17 W·m <sup>-2</sup> ·K <sup>-1</sup>
Más información:	
Muros de fachada:	0,15 W / m <sup>2</sup> ·K
Flotante exterior:	0,16 W / m <sup>2</sup> ·K
Coefficiente de compacidad del edificio:	0,37
Indicador:	DIN 4108-7 (I4) · m <sup>3</sup> / Hm <sup>2</sup> · n·50 (Vol / H) · Q4
Valor de estanqueidad al aire:	3,00

[TABLA 8]



[FIG. 42]

## 6.6. UN EDIFICIO SOSTENIBLE

El diseño del edificio LUCIA se diseña desde su inicio como base para investigar sobre los aspectos sociales relacionados con la construcción sostenible. Pretende ser funcional creado bajo una base de **diseño bioclimático**, aplicando todos los aspectos conocidos para garantizar las condiciones necesarias para que se dé un edificio sostenible.

Toda la normativa aplicable de la UE tiene como principal objetivo la energía a partir de la estrategia 20/20/20, sin olvidarnos de otras como la Directiva 2008/98/CE para controlar residuos, valorización y reciclaje para proteger el medio ambiente y la salud de las personas.

Se aplican una serie de estrategias para reducir en medida de lo posible el consumo energético durante la construcción y el uso del edificio y en la contaminación generada en sendos procesos. Se resumen en:

- Sistemas pasivos: un diseño compacto, orientación de huecos para optimizar la entrada de luz natural, control del soleamiento mediante parasoles, máximo cerramiento al norte y máxima apertura al sur, ventilación natural y nocturna y renovación del aire, empleo de geotermia (pozos canadienses), solatubos, vegetación en la cubierta y en el aparcamiento, iluminación natural, pavimentos exteriores permeables, correcto aislamiento térmico y búsqueda de la reducción del consumo de calefacción y electricidad, colocación de cámaras de aire, sistemas fotovoltaicos, empleo de materiales de baja producción de energía y materiales reutilizados, reduciendo los residuos generados.
- Sistemas activos: empleo de energías renovables como la biomasa, placas solares fotovoltaicas, geotermia, etc.; la recogida y reutilización de las aguas pluviales, colocación de redes separativas, aparatos sanitarios de bajo consumo, cubierta vegetal; colocación de lucernarios y muros fotovoltaicos.

El edificio fue evaluado a través de herramientas sostenibles de control de impacto ambiental, LEED y VERDE, ambos voluntarios, con distinta metodología y contenido pero con objetivos asimilables en busca de la calidad sostenible. Para poder alcanzar una edificación sostenible se establecieron unos objetivos principales: un edificio de “Cero Emisiones” a través de la incorporación de sistemas mixtos y renovables de climatización; atender a aspectos sociales de la edificación sostenible y la verificación de los métodos y evaluación ambientales existentes como son LEED o VERDE.

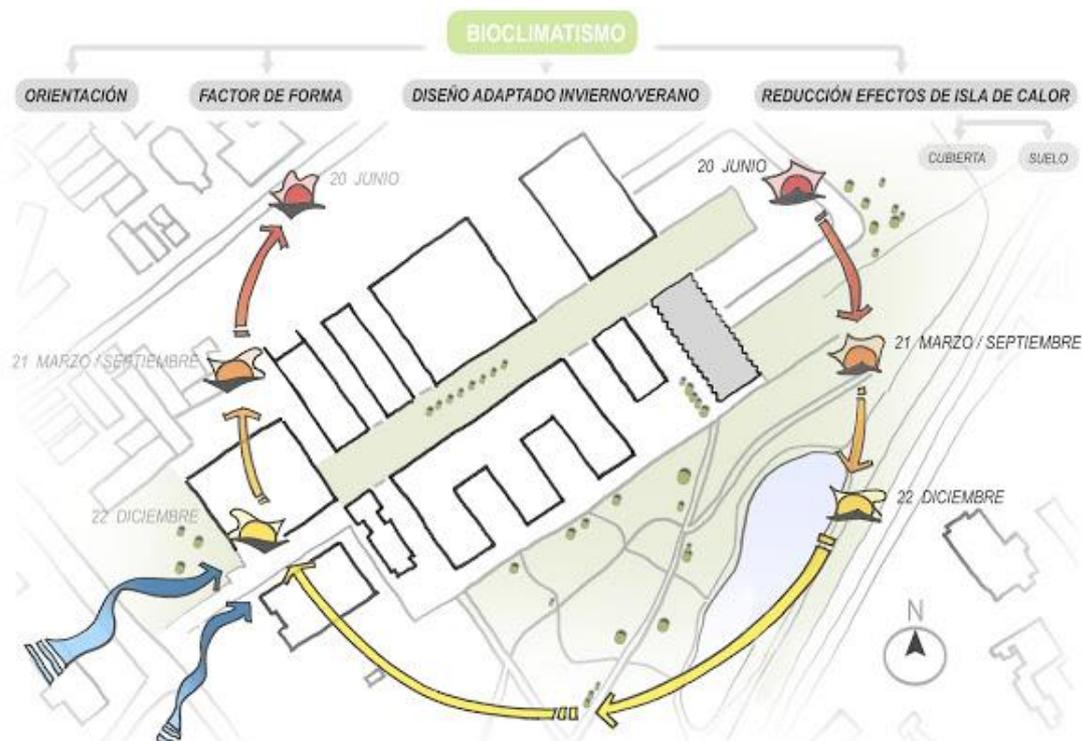
### 6.6.1. EDIFICIO DE ENERGÍA NULA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Desde un inicio se ha intentado profundizar en temas de eficacia energética en los objetivos propuestos para el proyecto. El diseño del edificio ha pretendido ser un campo de innovación, búsqueda y aplicación de soluciones novedosas y una verificación y control de los métodos existentes.

Los dos objetivos principales que se aplican al edificio son, por un lado, el alcance de un “edificio de energía casi nula” en temas energéticos y como base para la investigación de la construcción sostenible, prototipo de verificación de hipótesis, etc. y, por otro lado, conseguir un “edificio cero emisiones de CO<sub>2</sub>” mediante el empleo de energías renovables.

Es evidente que las principales estrategias aplicadas al edificio van destinadas a la reducción de la demanda de energía durante la vida útil del mismo y en la producción de contaminantes asociada a esta fase, sin comprometer la calidad de vida y el confort de los usuarios. Estas estrategias se clasifican en diseño bioclimático con sistemas pasivos, instalaciones y sistemas eficientes y sistemas de monitorización y control.

La principal herramienta de ahorro energético del edificio es el sistema de control SCADA con el que cuenta. Este sistema se aplica a las instalaciones (producción de frío y calor, circulación y puntos de consumo del agua, etc.) pudiendo ajustarse en cualquier momento a posibles cambios. Para su correcto funcionamiento, el edificio cuenta con contadores de energía en los distintos dispositivos con los que cuenta (caldera, cogenerador, máquina de absorción, climatización, etc.) o 97 analizadores de redes.

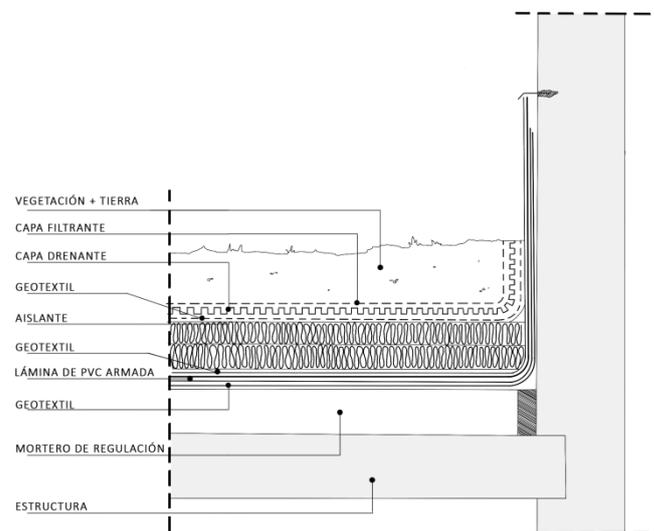


[FIG. 43]

En España, se han definido unos indicadores para el alcance de edificios ECCN (edificios de energía casi nula). Son principalmente de tres tipos: indicadores energéticos de emisiones, indicadores de consumo de energía e indicadores de demanda energética. Se limita la demanda energética a partir de un % determinado, se fija un porcentaje mínimo de empleo de energías renovables para satisfacer la demanda y se establece una cantidad de energía primaria en unas condiciones estándar.

## DISEÑO BIOCLIMÁTICO

Adaptación al entorno: el edificio se localiza dentro de un entorno ajardinado, algo que se intenta modificar lo menos posible. Para integrar la nueva construcción en el entorno se diseña un aparcamiento donde se utiliza un pavimento filtrante como parte del sistema de geotermia, incluido la planta sótano, creando un espacio abierto que permite una iluminación y ventilación natural reduciendo en medida de lo posible la demanda de energía externa. Además, se introduce vegetación local y especies arbóreas de hoja caduca autóctonas, así como un techo verde (cubierta ajardinada tipo “Sedum”) como un dosel de vegetación intensiva que ocupa el 73,5% de la superficie [28] que favorecen la reducción del efecto isla de calor en la parcela y la generación de microclimas.



[FIG. 44]

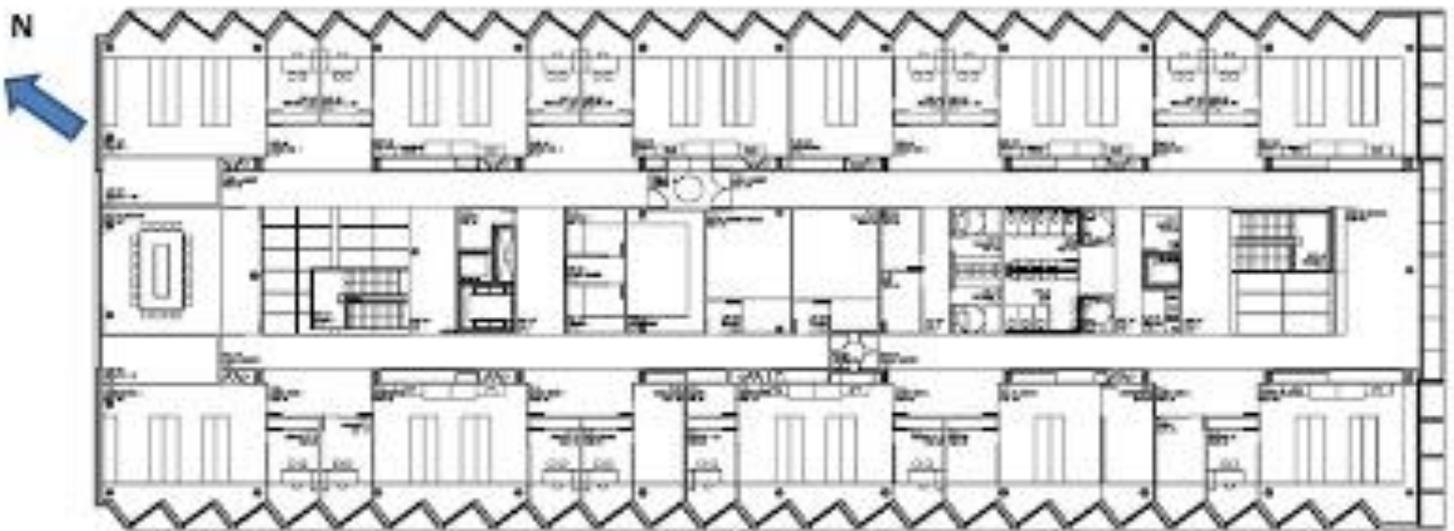
En relación a la creación de este microclima exterior, se decide diseñar un aparcamiento abierto y diáfano que no solo supone una mejora sensitiva al tratarse de un espacio abierto, sino que se crea un espacio con ventilación e iluminación natural que permite una reducción de las demandas de iluminación, equipos especiales, etc. que necesitan de energía externa. Además, el edificio cuenta con aparcamientos seguros para bicicletas, estacionamiento para personas discapacitadas, vehículos híbridos y compartidos, etc.

Compacidad: el edificio cuenta con una alta compacidad. Según el Código Técnico de la Edificación, este término se define como la “relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica (V) del edificio (o parte del edificio) y la suma de las superficies de intercambio térmico de dicha envolvente ( $A = \sum A_i$ ). Se expresa en  $m^3/m^2$ ”.

El edificio tiene un Factor de Forma (FF) de 0,37m<sup>-1</sup>, dato adecuado para sus 5.920 m<sup>2</sup> útiles acondicionados. Esta característica implica una reducción de la superficie para optimizar dicha relación con el volumen de acuerdo al clima en el que se localiza, lo que ha resultado favorecedor a pesar de los pliegues realizados en las fachadas longitudinales del edificio en busca de una buena iluminación natural de los espacios interiores.

Diseño de fachada de forma y orientación de huecos: las características que presenta el lugar de construcción obliga a colocar las fachadas con una orientación no completamente idónea (noreste y suroeste) lo que llevó a un complejo estudio para hallar la forma de reorientarlas. El resultado fue el pliegue de las fachadas longitudinales en forma dentada de manera que las zonas de los pliegues orientadas al sol se acristalaron combinándose con un sistema de aleros. Con este sistema, el resultado es un 89% de las aberturas del edificio orientadas al este y al sur lo que favorece las ganancias térmicas en épocas frías y un efecto de sombreado en épocas con mayor incidencia solar, reduciendo así la energía empleada en refrigeración y, al mismo tiempo, asegura la iluminación natural [29].

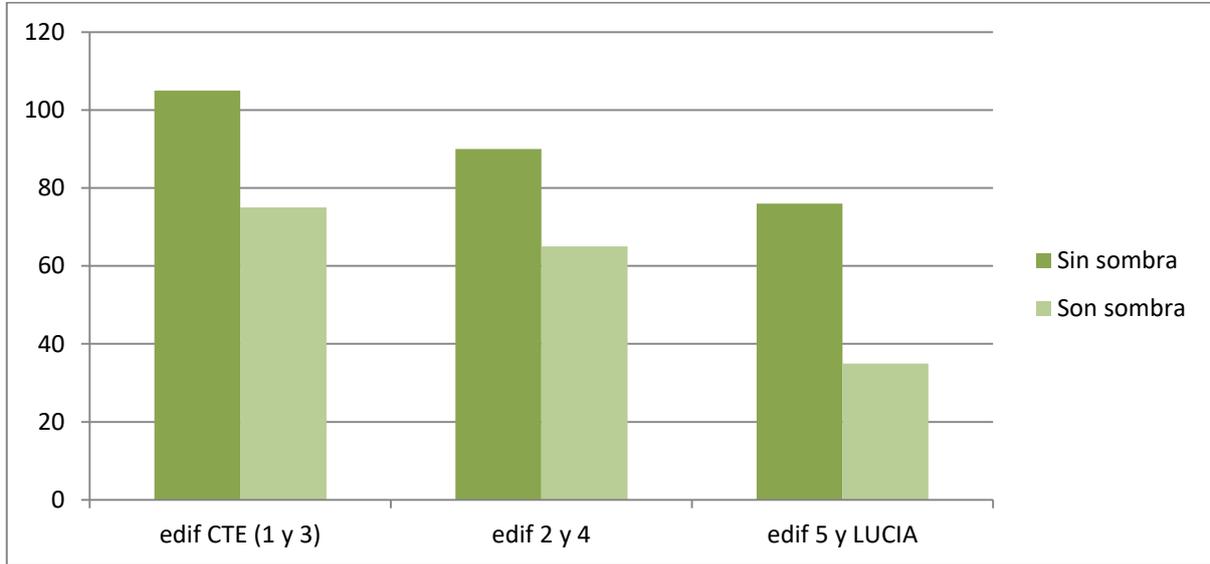
Con el diseño aplicado de fachada dentada se presenta el inconveniente de un aumento de la superficie de la envolvente del edificio. Sin embargo, desventaja se contrarresta con otro efecto resultante de esta estrategia, la reducción en un 24% de las cargas de refrigeración del edificio [30].



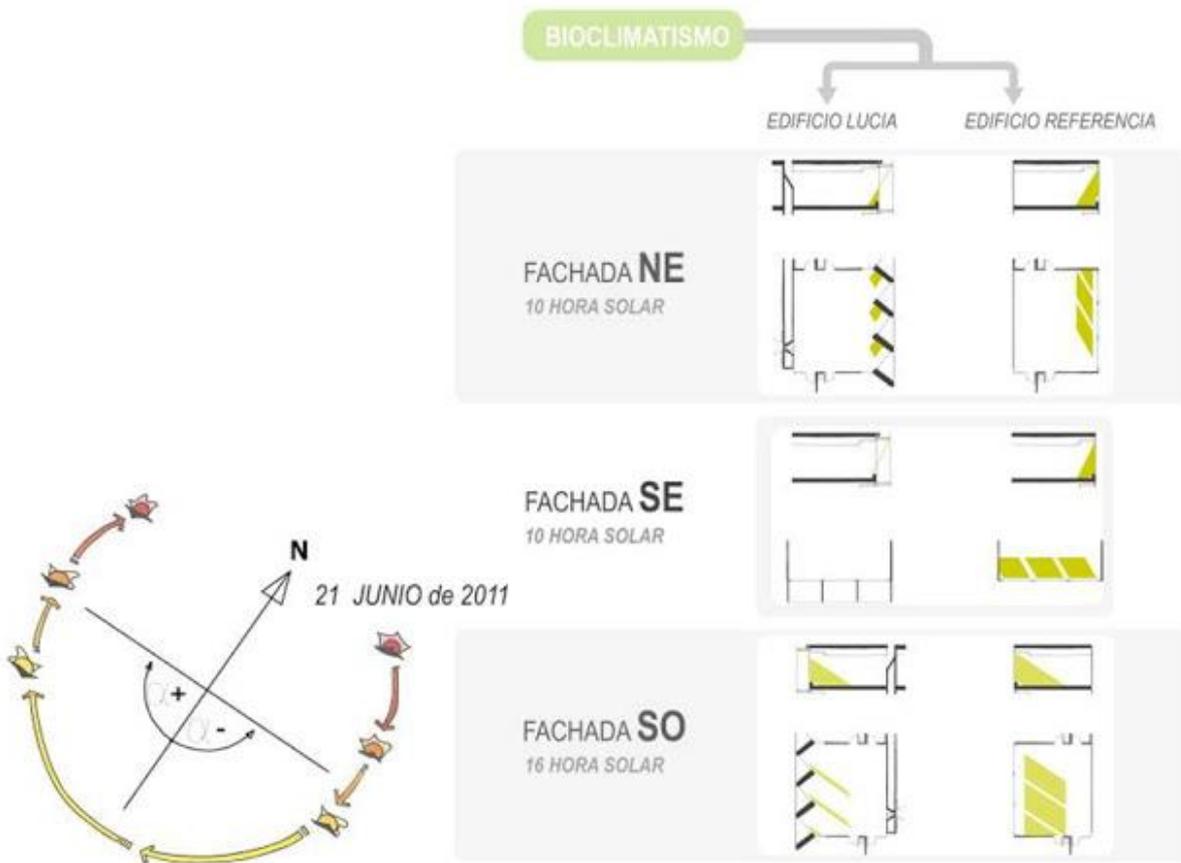
[FIG. 45]

De acuerdo a las simulaciones E-Quest en cinco edificios de referencia y el edificio LUCIA, se llega a la conclusión de que el efecto de auto-sombra que provoca el diseño de las fachadas lleva consigo una reducción de la demanda de refrigeración de un 27% en uno de los edificios de referencia, mientras que en el

edificio LUCIA, acompañado de otros sistemas, supone un 29,6%. Además, la simulación permite afirmar que la diferencia en el ahorro que supone el efecto de auto-sombra es del 54% [31].



[GRAF. 6]



[FIG. 46]

Forma e iluminación natural: la forma compacta del edificio reduce las pérdidas térmicas, sin embargo dificulta una mayor iluminación natural en el interior. Para solventar este inconveniente, los espacios de circulación, escaleras y ascensores, presentan claraboyas y lucernarios en la cubierta como chimeneas solares como medio de introducción de luz del exterior. Estos elementos se forman a partir de módulos fotovoltaicos cuya finalidad es tamizar la luz y producir energía eléctrica.

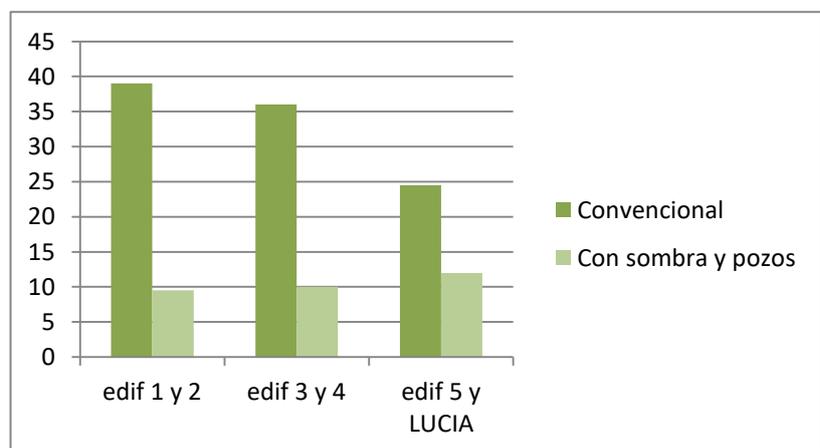
Además, la fachada acristalada del sureste presenta una doble piel a partir de paneles solares que filtra la luz incidente al mismo tiempo que genera electricidad.

Por último, hay que añadir los pozos de luz (solatubes: 27 en total) localizados en la parte interna de cada uno de los despachos o laboratorios. Este sistema funciona únicamente como un efecto óptico sin requerir ningún tipo de energía e introduce una mayor cantidad de iluminación natural y, de esta manera, se reduce la demanda energética de iluminación del edificio. LUCIA presenta un consumo de iluminación de 12,60 kWh/m<sup>2</sup> año, una cantidad reducida respecto a la media.

Este sistema ofrece importantes ventajas como que al tratarse de elementos estáticos que aprovechan el reflejo de la luz solar incidente, no requieren energía para su funcionamiento. Según la simulación realizada, los 146.190 kWh anuales para iluminación que necesitaría el edificio de referencia (criterio de la normativa americana ASHRAE), en el LUCIA se reducen a 74.790 kWh (prácticamente la mitad) gracias a estos dispositivos.[32]

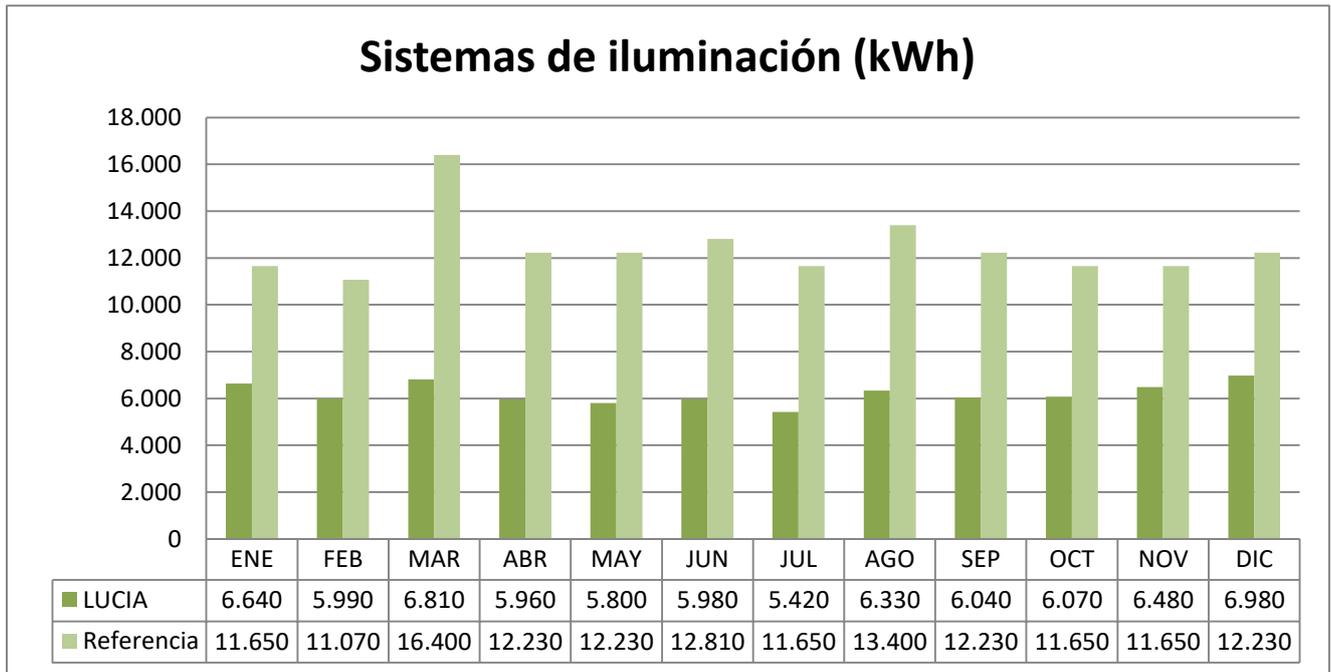


[FIG. 47]



[GRAF. 7]

Estos modos de iluminación natural es un sistema de alto rendimiento que permite un mejor aprovechamiento de la luz natural, la cual no solo produce efectos beneficiosos en la salud de las personas sino que, además, disminuye la demanda eléctrica de iluminación artificial.



[GRAF. 8]

Aumento de los aislamientos en la envolvente térmica: los coeficientes de aislamiento empleados ( $U=0,17$  W/m<sup>2</sup>K en fachadas y  $U= 0,15$  W/m<sup>2</sup>K en su cubierta vegetal [33]) consiguen una limitación de las posibles pérdidas por transmisión del edificio, lo que reducirá al mismo tiempo la demanda. Un inconveniente de la envolvente es el empleo de materiales que suponen un aumento de la energía aplicada, aunque esto puede verse reducido a partir del empleo de aislantes de origen natural, y un sobrecoste económico que se suple con la reducción del consumo. Debe tenerse en cuenta también el efecto de la inercia térmica generado por la propia estructura de hormigón armado y la cubierta vegetal.

CERRAMIENTO OPACO					CERRAMIENTO TRASLUCIDO					
		CTE	ASHRAE	LUCIA			CTE	ASHRAE	LUCIA	
AISLAMIENTO	FACHADA	0,66	0,36	0,17	FACHADA		3,40	2,84	1,10	
	CUBIERTA	0,38	0,27	0,15	AISLAMIENTO CUBIERTA	W/m <sup>2</sup> K	2,20	2,84	1,10	
	SOLERAS	W/m <sup>2</sup> K	0,49	0,22	0,16	SOLERAS		2,60	2,84	1,10
F SOLAR							%	54,00	40,00	62,00
PROP/MACIZO							%	60,00	40,00	46,00

[TABLA 9]

## MEJORA DE LA EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS

El edificio va en busca del uso exclusivo de energías renovables. Emplea energía fotovoltaica, biomasa y geotérmica para toda la demanda energética del mismo.

Control de iluminación: Se aplica la Interfaz de Iluminación Digital Direccionable DALI para controlar la iluminación interior del edificio según la iluminación natural disponible y, por tanto, controlar el consumo de energía necesaria.

Energía nula (cogeneración): en Castilla y León, el empleo de la biomasa de residuo forestal es frecuente y, además, supone una mejora socio-económica de la zona en la que se implanta. De este modo, para cubrir la demanda energética del edificio LUCIA, se implementó una tecnología conocida como BIOELEC100 creada para la cogeneración a pequeña escala basada en la gasificación de biomasa. Este sistema permite considerar una climatización por distrito dentro del Campus Universitario y la organización de la parcela (accesos, superficies, etc.) lo hace factible. El edificio LUCIA junto a su sistema de cogeneración basado en biomasa, funcionan de manera autosuficiente energéticamente hablando. Este sistema está conectado a la red eléctrica del edificio, cuenta con una caldera de apoyo y un disipador de calor para adaptarse a variaciones imprevistas de la demanda energética.

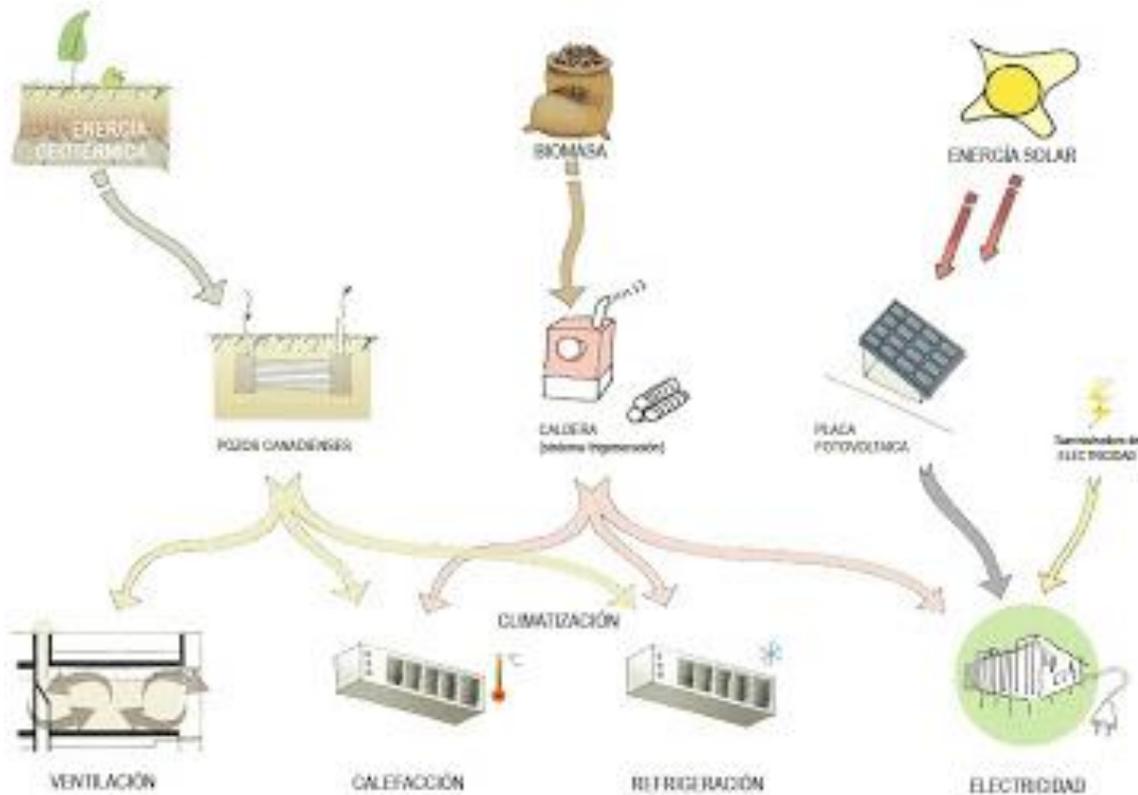
Esta instalación se localiza en un volumen semienterrado contiguo al edificio principal. La instalación cuenta con elementos generadores de energía (sistema de cogeneración de energía eléctrica y térmica basada en gasificación y caldera de astilla de biomasa), elementos acumuladores de energía y elementos de disipación de energía (disipador de energía térmica producida por el sistema de cogeneración y torre de refrigeración).

En las condiciones ideales de diseño se pone en marcha únicamente el sistema de cogeneración basada en la gasificación. En caso de exceso de aporte energético, se conecta a mayores el aerogenerador de 200kW y en caso de defecto de aporte de energía térmica se pone en funcionamiento la caldera de biomasa.

Energía primaria (biomasa): el empleo de la biomasa de residuo de los tratamientos de las masas vegetales de la industria piñonera y maderera tiene gran importancia dentro de la región de Valladolid. Supone un recurso local que fomenta la creación de empleo y suplente las demandas de energía del edificio e incluso de otras construcciones del entorno. Funciona en tres etapas: la gasificación de la astilla biomasa, el acondicionamiento del gas pobre y la generación de energía térmica y eléctrica.

La tecnología empleada funciona a través de un reactor de gasificación de corrientes paralelas. Mediante este circuito se transforma la astilla de madera en gas combustible que se emplea en motores de combustión interna para generar al mismo tiempo energía eléctrica y térmica. En este caso se decidió optar por esta opción supliendo de una vez todas las necesidades del edificio. La biomasa produce el 100% de la

demanda energética y el sistema de cogeneración permite el uso de la misma en otros edificios del Campus Universitario los cuales ahorrarían aproximadamente un 30% de energía [34]. Según la herramienta de simulación E-Quest, la producción de energía renovable en el solar es de 249.108 kWh mediante la cogeneración de la caldera de biomasa [35].



[FIG. 48]

El hecho de utilizar un recurso propio de la región donde se construye el edificio supone una gran influencia socio-económica que no solo crea empleo sino que abre camino a la autosuficiencia energética. La biomasa es un recurso muy desaprovechado ya que en la época de 1990 aportaba tan solo el 9% de la energía primaria frente al 78% posible [36]. Según datos de 2016, solo un 17% de la energía empleada en la UE procede de fuentes renovables, de la cual aproximadamente un 60% proviene de la biomasa. Un 75% de la energía de biomasa de Europa se emplea para energía térmica, un 13,4% para la eléctrica y 12% para biocarburantes [37].

La decisión de aplicar la biomasa al diseño del edificio viene por la búsqueda de una reducción de CO<sub>2</sub> y del desarrollo de sistemas que fomenten el empleo de este recurso frente al empleo de combustibles fósiles. Para ello se escogió el ya nombrado sistema de cogeneración que permitía la generación de la electricidad necesaria a partir de un motor de vapor. El calor emitido durante el proceso se recupera para abastecer la

demanda de calefacción, refrigeración y agua caliente, además de suplir el resto de necesidades energéticas del edificio y parte de los edificios anejos.

La potencia eléctrica generada es de unos 100 kW, y la potencia útil aprovechable en forma de calor de 770 kWt. El rendimiento eléctrico equivalente es del 70%. Según el programa de simulación utilizado, EQUEST 3.64, la energía final en el mantenimiento de todas las necesidades energéticas del edificio es de 233 kWh/m<sup>2</sup>, y energía primaria de 218 kWh/m<sup>2</sup> [38].

### Integración otras energías renovables:

Sistemas Fotovoltaicos: la integración de estos sistemas a la arquitectura consiste en la incorporación de materiales con propiedades fotovoltaicas en lugar de los convencionales, ya que los materiales fotovoltaicos generan electricidad propia gracias al sol. De esta manera, cualquier elemento que forme parte de la envolvente o se ubique en el exterior del edificio será capaz de producir energía eléctrica, disminuyendo la demanda energética de manera sostenible. Estas soluciones reúnen propiedades activas y pasivas, no solo produciendo electricidad sino proporcionando también aislamiento térmico y acústico, iluminación natural, etc.



[FIG. 49]

Se aplican dos tipos de sistemas fotovoltaicos en el edificio, un muro cortina de doble piel fotovoltaica en la franja central de la fachada sureste y dos lucernarios localizados en cada uno de los volúmenes que salen sobre los núcleos de comunicación sobre los que se colocan paneles.

Los lucernarios se componen de vidrio fotovoltaico de tecnología de silicio amorfo en lugar de vidrio convencional, permitiendo la entrada de luz del exterior absorbiendo gran parte de la radiación ultravioleta, y proporcionando una vista exterior-interior. El aprovechamiento de la luz natural en distintas zonas del edificio reduce en gran medida la demanda eléctrica en comparación con otros edificios de referencia. Además, se ha empleado unos vidrios de transparencia del 10%, lo que permite que se tamice la luz y marca un equilibrio entre la producción de electricidad, el confort visual y el confort térmico; y un triple vidrio laminado con cámara de aire y doble laminado hacia el interior reduciendo la transmitancia térmica y disminuyendo el aislamiento acústico, pretendiendo en todo momento el uso de materiales reciclados, prefabricados o extraídos en lugares cercanos para reducir la huella ecológica de la construcción.



[FIG. 50]

Uno de los sistemas pasivos que emplean los lucernarios es la posibilidad de refrigeración nocturna a través de las piezas practicables a través de las cuales se produce una ventilación cruzada ayudando al enfriamiento del edificio y reduciendo la demanda de refrigeración. Esta instalación fotovoltaica disminuye la emisión anual de CO<sub>2</sub> en 3,7 To [39]. Asimismo, la energía generada durante el día se emplea directamente para autoconsumo directo del edificio sin elementos de acumulación.

Este sistema de energía contribuye positivamente al balance de energías renovables que utiliza el edificio y fomentan la investigación sobre ello, de manera que los lucernarios no solo funcionan como forma de producir energía eléctrica sino que colaboran en el sistema de climatización durante todo el año. Los sistemas fotovoltaicos suponen un sobrecoste económico en su empleo, no obstante, este inconveniente se compensa con la reducción en el consumo de energía y las reducciones de emisiones de CO<sub>2</sub>.

La doble piel fotovoltaica se localiza en la fachada sureste y tiene como objetivos conseguir una mayor eficiencia energética, la producción de energía y tener capacidad pedagógica y demostrativa. Mide 12,8m. de ancho por 10,5m. de alto (superficie total: 134,5m<sup>2</sup>) y se coloca totalmente vertical con una orientación de 35º respecto del sur puro. Dicha fachada también cuenta con unos aleros verticales de 1,35m. de profundidad, perpendiculares al cerramiento que sirven para optimizar el comportamiento térmico de las fachadas durante todo el año y reducir la demanda de climatización de los espacios interiores correspondientes.

Se realizaron análisis para determinar el diseño de la cámara de aire, la ubicación del muro fotovoltaico, la ventilación de la cámara, capacidad de producción fotovoltaica, etc. Respecto a la anchura de la cámara de aire, se decidió una separación de 1,03m. Aproximadamente de la cara exterior del muro acristalado del cerramiento interior.



[FIG. 51]

En cuanto a las aberturas de ventilación, la cámara de aire cerrada aumentaba el consumo energético en un 15% en comparación a si la cámara estuviese abierta. Finalmente, se decidió una abertura media que combinaría las condiciones de la demanda de refrigeración con cámara ventilada y la de calefacción con la cámara cerrada, a través de una doble abertura superior e inferior. Con esta solución se consigue un consumo de unos 23,8 kWh/m<sup>2</sup>año y, por lo tanto, un ahorro de energía del 7% respecto a la cámara abierta y un 21% respecto a la cámara cerrada. Por último, se estudió una hipótesis de refrigeración de la cámara de aire a partir de un sistema evaporativo con dos puntos de aspersion vaporizada centralizado en la parte inferior y a lo largo de la fachada. Este sistema permite reducir la temperatura del interior de la cámara durante todo el año. Todo el proceso de diseño y características sobre el muro de doble piel fotovoltaico del edificio se describe en el Informe de Pich-Aguilera [40].

Tanto los paneles como la doble piel sirven para filtrar la luz natural que incide sobre ellos. La fachada de doble piel produce al año 5.000 kWh y los lucernarios 5.500 kWh [41] (equivalente a unas 277.600 horas de luz), lo que supone un gran ahorro económico anual.

Geotermia y microclimas: la extensión del solar tiene unas dimensiones suficientes para crear unas condiciones ambientales externas que fomentan la aparición de los microclimas a través de la vegetación, e incluso completan los sistemas de ventilación con otros elementos en el exterior, como los tubos geotérmicos.

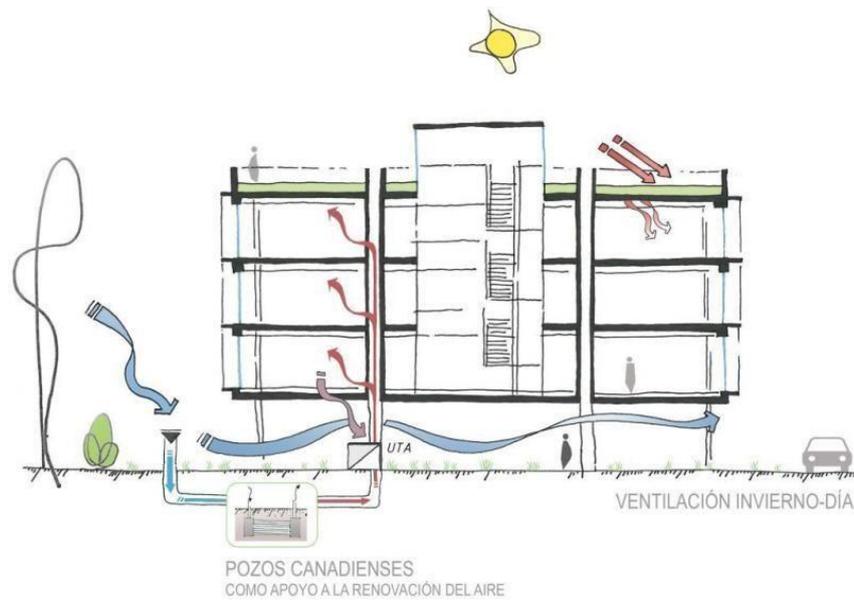
Con el objetivo de reducir la demanda energética, se ha introducido un sistema de pre-aclimatación del aire antes de su paso por un sistema de ventilación mediante la energía contenida en el terreno. Esto se hace a través de tubos geotérmicos in situ (también llamadas pozos canadienses, pozos provenzales, tuberías geotérmicas o intercambiador tierra-aire) que se combinan con un recuperador entálpico.

Se cuenta con una climatizadora de aire primaria de calificación energética A con ventiladores de rotor síncrono y caudal variable, humidificadores y recuperadores de energía entálpica en sustitución de los convencionales con más de un 60% de eficacia al 100% del caudal [42], que toman el aire de los tubos geotérmicos.

Este sistema puede considerarse bioclimático y renovable y sirve tanto para calentar como para enfriar y su producción de energía depende de las condiciones exteriores estacionales. Se trata de un sistema de acondicionamiento pasivo que apenas necesita de otras energías para su funcionamiento, proporciona una potencia que equivale a 25.000 kWh y tiene el inconveniente del sobrecoste aunque este queda compensado con el ahorro de energía a medio plazo.



[FIG. 52]



[FIG. 53]

El terreno es un acumulador natural de energía, la cual procede de dos fuentes, el sol y el núcleo terrestre. En este caso, el sistema de intercambio tierra-aire es de tipo superficial, por lo que la energía procede principalmente del sol y es necesario conocer el comportamiento del terreno en los primeros metros.

Otros sistemas energéticos que se emplean en el edificio son Fancoils y bombeo de agua. Por una parte, el sistema de Fancoils se forma de conductos a cuatro tubos de dos vías (agua caliente y fría) que funcionan con caudal variable. Estas vías se conectan al sistema de control KNX, un sistema de instalación domótica e inmótica, de manera que el propio sistema modifica la temperatura de confort interior en función de la ocupación de las estancias y se apaga automáticamente diariamente tras un tiempo determinado sin ocupación.

Por otra parte, el bombeo de agua funciona también con caudal variable a través de bombas dobles de alta eficiencia energética con variador de velocidad. Funcionando en paralelo, se regula la cantidad de agua que se debe bombear en función de las necesidades de cada fancoil.

MEJORA	COSTE ECONOMICO	AHORRO ENERGETICO	AHORRO ECONOMICO
Fachada fotovoltaica de doble piel	60.500€	5.000 kWh eléctricos	1.700€/año
Lucernarios fotovoltaicos	44.000€	5.500 kWh eléctricos	1.870€/año
Pozos canadienses	34.000€	25.000 kWh eléctricos (-2.700 kWh eléctricos)	-6€/año

[TABLA 10]

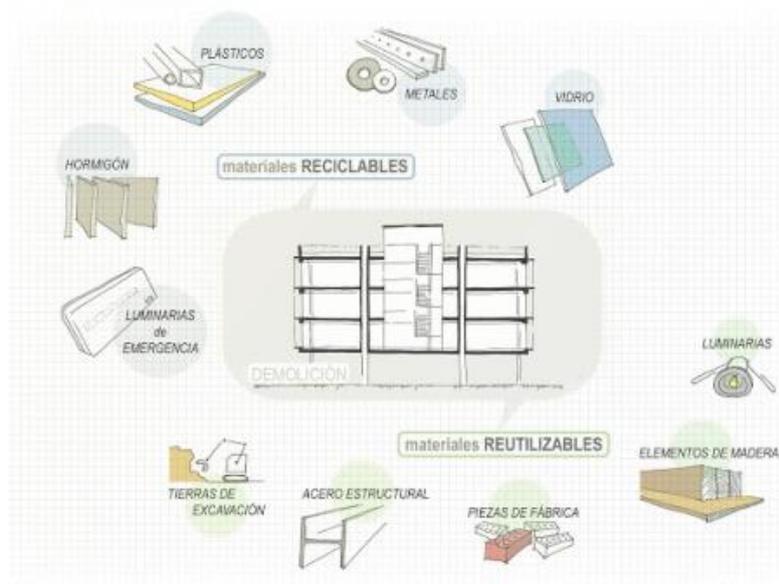


[FIG. 54]

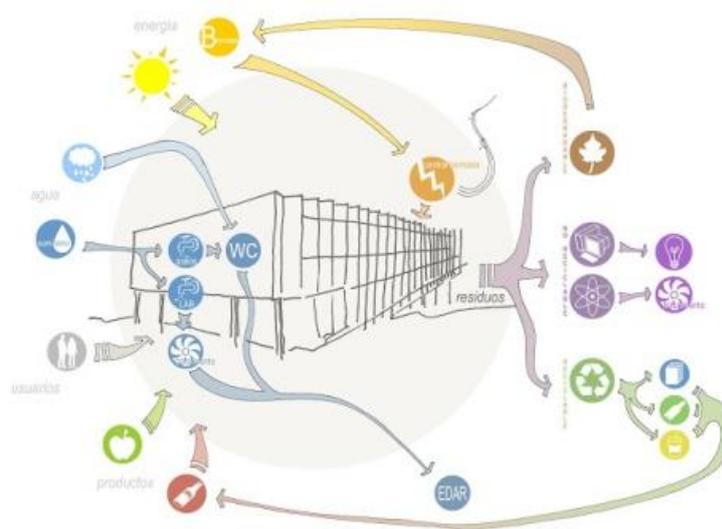
## OTROS ESTRATEGIAS

**Materiales de construcción:** el edificio LUCIA emplea materiales de construcción de bajo impacto ambiental, que incorporen una mínima cantidad de energía y sin COV (componentes orgánicos volátiles), materiales reciclados, reutilizados y reciclables, de origen local, de fácil desmantelamiento y materiales fotocatalíticos basados en aplicaciones de  $\text{TiO}_2$ . Estos últimos, los materiales fotocatalíticos, se emplean para la limpieza del aire y reducción de  $\text{NO}_x$  en algunos paramentos, por ejemplo, las cubiertas cerámicas o pinturas fotocatalíticas para los paneles prefabricados de hormigón.

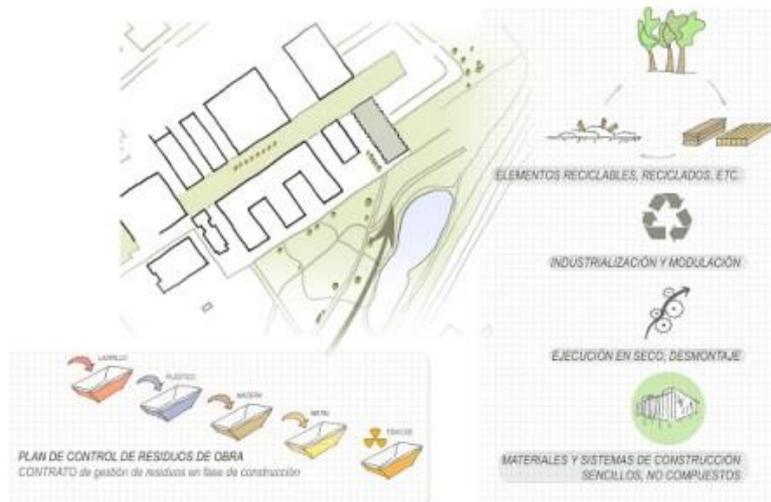
**Gestión de residuos:** otra de las estrategias bioclimáticas empleadas es la gestión de residuos a lo largo del ciclo de vida del edificio (fase de construcción y vida útil). El proyecto del edificio LUCIA cuenta con un estudio de los residuos producidos durante todo el ciclo de vida del edificio, una previsión de los residuos vegetales empleados para compost y un estudio de los futuros residuos generados por la demolición del edificio con el objetivo de reaprovechar los máximos materiales utilizados posibles. Esto lleva al empleo de métodos para reducir todo lo posible la cantidad de residuos generados, plantear un fácil desmontaje de los materiales y el empleo de materiales de bajo impacto ambiental.



[FIG. 55]



[FIG. 56]



[FIG. 57]

Plan de información: otra estrategia empleada es la búsqueda de un mayor conocimiento y puesta en valor de los sistemas bioclimáticos y eficiencia energética entre los usuarios y personal del edificio, junto con la creación de campañas de divulgación de información bioclimática entre el público en general.

LUCIA revela que es posible conseguir una independencia energética. Un edificio “cero emisiones” se convertirá en un prototipo en el que crear las bases para una evaluación ambiental de los edificios siendo incluso un ejemplo para los edificios de energía casi nula (EECN) según la Directiva Europea como nZEB (nearly zero energy buildings).

Por otro lado, el coste de mantenimiento disminuye notablemente en comparación con edificios de referencia. De este modo, las estrategias usadas y los sistemas incorporados en el edificio LUCIA se pueden replicar en otros edificios del sector terciario con la finalidad de poseer una alta eficiencia energética y convertirse en edificios energéticamente autosuficientes.

Necesidad de energía primaria:	285,00 kWhpe / m <sup>2</sup> .año
Necesidad de energía primaria para un edificio estándar:	339,00 kWhpe / m <sup>2</sup> .año
Método de cálculo :	Necesidades de energía primaria
Energía final:	81,82 kWhfe / m <sup>2</sup> .año
<b>Desglose por consumo energético:</b>	
Climatización	25,1 kWh / m <sup>2</sup> año
Torre de refrigeración	0,60 kWh / m <sup>2</sup> año
Calefacción	5,90 kWh / m <sup>2</sup> año
Ventilación	9,20 kWh / m <sup>2</sup> año
Bombas auxiliares	13,5 kWh / m <sup>2</sup> año
Iluminación	12,6 kWh / m <sup>2</sup> año
Agua caliente	0,80 kWh / m <sup>2</sup> año
Producción de energía eléctrica (cogeneración de biomasa)	-1,80 kWh / m <sup>2</sup> año
<b>TOTAL</b>	<b>65,8 kWh / m<sup>2</sup> año</b>

[TABLA 11]

## 6.6.2. CICLO Y RECUPERACIÓN DEL AGUA

El agua ha sido un tema tratado con detalle con un objetivo claro: recuperar toda el agua posible que se utilice en el edificio. Se estima que con el sistema de reutilización de aguas empleado en el edificio se consigue un 54% de ahorro del total sin reutilizar. Se aplican unos criterios de diseño basados en unos principios de racionalidad, funcionalidad, economía, facilidad de ejecución, conservación y mantenimiento.

El sistema de abastecimiento del agua se divide en dos circuitos principalmente. El primero llega al edificio desde la red de abastecimiento y el segundo, desde un depósito que recoge las aguas grises, agua de lluvia y el agua procedente de los laboratorios.

En primer lugar, se coloca un techo verde en la cubierta, la cual es cubierta vegetal en su 73,5% donde se realiza el primer filtrado de agua y se recupera el 73% del agua de lluvia [43]. Esta desemboca directamente en el pavimento filtrante de la planta sótano junto con el agua filtrada en el aparcamiento en superficie a través de un pozo drenante, como apoyo a la red de aguas grises.

En segundo lugar, las aguas grises, al igual que el agua de lluvia, sufren un proceso de recuperación tras el que pasarán a emplearse en el sistema de saneamiento, siendo aprovechadas al 100% [44]. Esto se hace con el objetivo de ahorrar en el consumo de agua potable.

Finalmente, las aguas procedentes de los laboratorios sufren un proceso de filtrado antes de ser vertida a la red para evitar que los restos de los vertidos empleados provoquen daños en el medioambiente.

Tanto las aguas grises como las de lluvia se dirigen a un depósito de recogida para ser conducidas a un equipo compacto de tratamiento de aguas grises donde serán depuradas y desinfectadas y, posteriormente, juntarse con el agua ya descontaminada proveniente de los laboratorios.

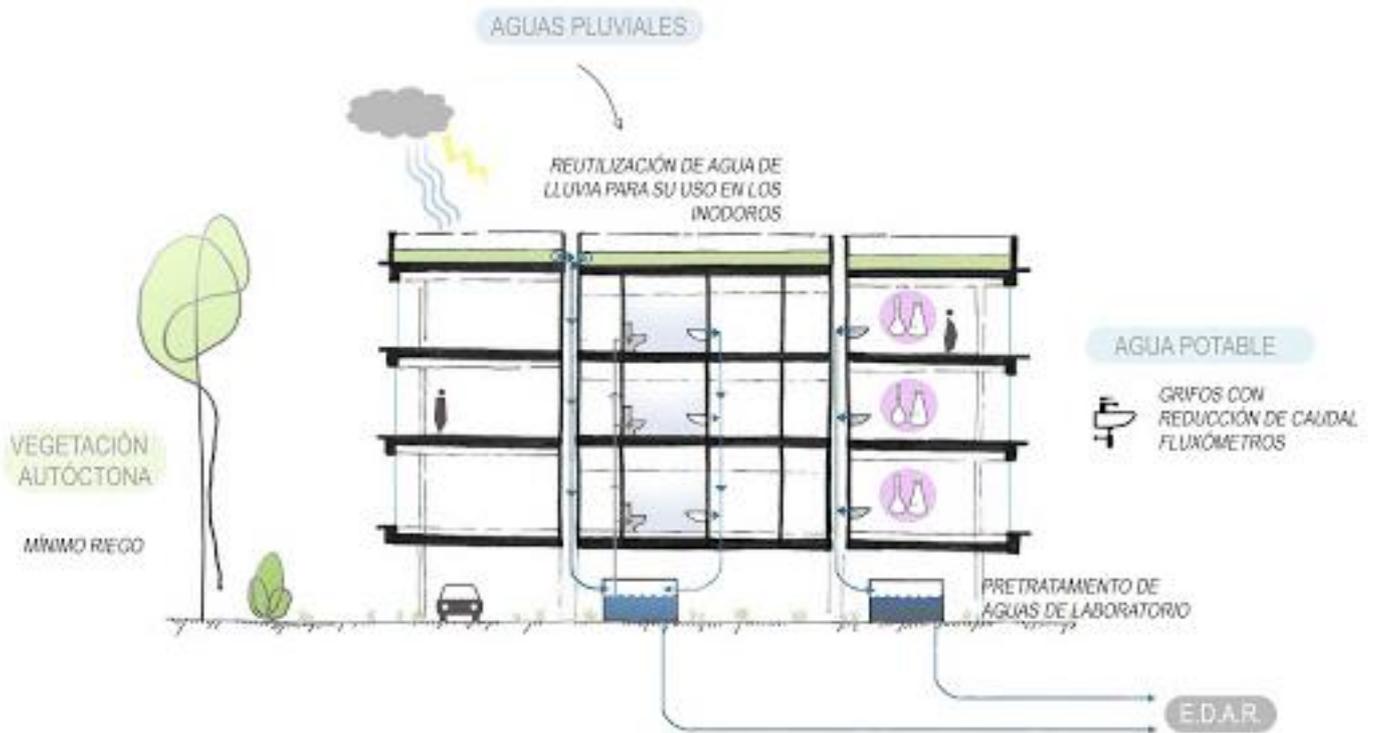
Por otro lado, la red de aguas residuales cuenta de cuatro circuitos. El primero es donde desemboca el agua procedente de los laboratorios para ser descontaminada antes de su desagüe en el segundo circuito de abastecimiento; el segundo, donde se vierten las aguas grises (lavabos, duchas, etc.) para ser tratadas y reutilizadas; el tercero, donde desembocan las aguas pluviales en la planta sótano y el cuarto, donde vierten todas las aguas mencionadas anteriormente una vez usadas en los inodoros y urinarios.

Finalmente, el circuito cuatro o colector general desemboca en las redes urbanas de alcantarillado de Valladolid hasta llegar al final del trayecto a las llamadas EDAR (Estación Depuradora de Aguas Residuales) donde todo el agua recibe un tratamiento específico según la normativa para ser devuelta al medioambiente en las condiciones adecuadas sin dañarlo.

A todo esto, se le añade el diseño de la instalación a partir de materiales sostenibles libres de halógenos, como el polipropileno, con menor impacto ambiental junto con el hecho de no necesitar abastecimiento para el desarrollo vegetal debido al empleo de especies autóctonas, teniendo en cuenta en todo momento la cantidad de energía utilizada.

Consumo de la red de agua:	0,65 m <sup>3</sup>
Consumo de aguas grises:	684,00 m <sup>3</sup>
Consumo de agua de lluvia recolectada:	694,00 m <sup>3</sup>

[TABLA 12]



[FIG. 58]

## 6.7. PREMIOS

El edificio LUCIA se encuentra registrado en diversas publicaciones y plataformas digitales, como Wan Awards o Construction21 entre otras, calificado como uno de los tres edificios más respetuosos con el medio ambiente.

-2012: Mejores actuaciones de “Buenas Prácticas” en Castilla y León para intervenciones cofinanciadas por FEDER y Fondo de Cohesión.

-2013: Ganador de los premios “Construcción Sostenible de Castilla y León” en la categoría de Edificio de Equipamientos.

-2013: Ganador del concurso “Dos ponencias en el Meeyab” del Master en Eficiencia Energética y Arquitectura Bioclimática de la Universidad Camilo José Cela, Madrid.

-2013: Tercer puesto en “Arquitectura Mediterránea Sostenible 2013” en la categoría de Cultura.

-2014: Premiado a la mejor comunicación VEKA en el congreso EESAP (Congreso Europeo de Eficiencia Energética y Sostenibilidad Arquitectónica).

-2015: Ganador de los Premios EnerAgen 2015 en la categoría A.2 - Tecnologías para la mejora energética en el sector de la Edificación.

-2015: Ganador de los Premios Green Building Solutions 2015 en la categoría de Edificios de Energía Nula, organizados por la red Construcción21 en la COP21 (Conferencia Internacional del Cambio Climático).

## 6.8. ANALISIS Y CERTIFICACIONES

En toda construcción, temporal o definitiva, grande o pequeña, se producen impactos ambientales en el lugar en que se encuentra. Todo lo que ocurra en un determinado lugar debido a una edificación se puede medir y para ello existen herramientas de evaluación de impacto ambiental para edificios. Estas herramientas se emplean para medir, valorar y evaluar prácticamente cualquier aspecto relacionado con el edificio como impactos ambientales, confort, costes, hipótesis futuras, etc. Funcionan como un sistema para alcanzar el “edificio mejor” y para ello se establece un edificio de referencia que se correspondería con el que hubiese resultado de no tomar ninguna medida de mejora.

## CERTIFICACIÓN VERDE

Hay métodos prácticos y directos que evalúan el impacto ambiental y adjudican una puntuación al edificio analizado comprobando que se han tomado unas determinadas medidas. Otros como VERDE sirven para medir a través de unos parámetros concretos los impactos ambientales resultantes. Esta certificación se basa en una serie de criterios y reglas previas de acuerdo a un método prestacional según el Código Técnico de la Edificación y las Directivas Europeas. En las bases de este método se encuentran los principios de la bio-arquitectura y las condiciones para construir un edificio de estas características.

El edificio LUCIA consiguió una puntuación de 4,52 sobre 5 puntos totales adquiriendo la certificación “VERDE 5 hojas” siendo considerado así un edificio que mantiene un alto nivel de confort y calidad de vida de los usuarios, siendo respetuoso con el medio ambiente y compatible con el entorno. El resultado de esta herramienta muestra un resultado óptimo. Reduce en un 31% el agotamiento de recursos no renovables, en un 90% los impactos ambientales y en un 100% el daño producido en el ámbito acuático, garantizando la salud y el bienestar de los ocupantes y con gastos económicos reducidos. [\[Anexo 4\]](#)

## CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

Esta certificación se realiza a través de la herramienta CALENER GT, un programa informático que analiza y estudia el consumo energético que se produce en un edificio. En sus resultados finales, muestra una Calificación Energética en forma de porcentaje según un edificio de referencia codificado en letras y contiene una descripción de las características energéticas y la eficiencia energética de cada uno de los sistemas y subsistemas empleados justificando la Calificación Energética. El edificio LUCIA cuenta con la calificación energética A, la más alta posible, superando sobradamente las actuales exigencias de la normativa. [\[Anexo 5\]](#)

## SIMULACIÓN ENERGÉTICA

E-Quest es un programa de simulación y análisis del consumo de energía de un edificio, diseño para compararlo con otros diseños estándar estudiando su comportamiento a través de una simulación. Este programa cuenta con dos motores, uno que se centra en el diseño del edificio y sus instalaciones y otro que estudia el rendimiento energético (EEM), todo ello a través de gráficos. Incluye aspectos como las ventanas, la iluminación natural, la incidencia solar, los materiales de construcción, etc. de manera detallada y estima unos valores de consumo energético necesarios para el funcionamiento del edificio. [\[Anexo 6\]](#)

## CERTIFICACIÓN LEED

Este proceso de certificación se basa en un sistema de verificación por terceros a través de criterios objetivos y únicos para cualquier lugar del mundo. LEED permite estudiar y valorar el grado de sostenibilidad en las diferentes categorías o estrategias de la sostenibilidad comparándose con cualquier otro edificio LEED de referencia. Es voluntaria y su objetivo es el uso de estrategias que reduzcan todo lo posible el impacto ambiental del sector de la construcción.

Funciona mediante la incorporación de actuaciones relacionadas con la eficiencia energética, energías renovables y alternativas, mejora del consumo del agua y calidad del ambiente interior, desarrollo sostenible de los espacios, uso de materiales sostenibles, etc.

El edificio LUCIA consiguió en 2014 la puntuación más alta de nueva construcción en España y la segunda más alta del mundo, con 98 puntos, obteniendo "LEED Platino". Algunos de los beneficios que presenta LEED en el edificio LUCIA son [45]:

-Presenta el edificio como una construcción superior a la media otorgándole un mayor **reconocimiento a nivel mundial** demostrando cierto compromiso con el medio ambiente y la sociedad.

-De la media de 20-60% de ahorro en energía que presentan los edificios LEED, LUCIA cuenta con más del 70% en el **ahorro del consumo energético**, garantizando unos costos bajos.

-Se emplean elementos de bajo consumo, se reaprovecha gran parte del agua total del edificio y se elimina la necesidad de un sistema de riego para la cubierta vegetal, suponiendo todo ello una **reducción en el consumo de agua**.

-El 37% del total de la energía que emplea el edificio proviene de **fuentes de energía renovables**, aspecto favorable ante la reducción de empleo de fuentes externas y del impacto ambiental de las mismas.

-El edificio, a través del cumplimiento de los criterios LEED, garantiza unas condiciones favorables de calidad de ambiente interior, confort térmico y visual, etc. es decir, **la salud y productividad de los trabajadores**. Para ello también se cuenta con sistemas de control de las distintas instalaciones para controlarlas en todo momento ante posibles variaciones como sensores de ocupación o sensores lumínicos, controles de ventilación, etc.

-Se cuida la selección de los materiales empleados caracterizados por sus propiedades sostenibles, buscando que tengan **bajo impacto ambiental**.

-Se realiza un **control especializado del proceso de construcción** de un especialista en eficiencia energética y un equipo de certificación LEED junto con el equipo de obra para controlar el proceso de construcción completo, decidiendo la mejor opción de actuación en cada momento.

-Durante el proceso de certificación destaca el proceso BEM (Building Energy Modeling) o **Modelización Energética** y su equivalente durante el uso del edificio, BOM (Building Operation Modeling) o Monitorización Energética mediante BEM. La información resultante de estos procesos ofrece ciertos beneficios mediante una optimización de estrategias de eficiencia energética y el control operacional avanzado.

## 7. EL EDIFICIO LUCIA Y LA CERTIFICACIÓN LEED

Cuando se inauguró el edificio LUCIA en 2014 se convirtió en una referencia mundial dotada con la máxima puntuación de la certificación “LEED Platino” de un Edificio de Nueva Construcción de toda Europa y el segundo del mundo. El presidente de la Constructora San José, la cual llevo a cabo la obra, define el edificio con términos como estética, funcionalidad, innovación, excelencia y futuro [46]. El edificio busca una correcta combinación de estilo y eficiencia, sostenibilidad y aprovechamiento óptimo de los recursos y, además, queda perfectamente integrado en el entorno manteniendo un carácter propio.

Estrategias como un diseño bioclimático, ventilación pasiva o aislamiento optimo entre otras, suponen una reducción del 50% de la demanda energética. Además, en iluminación se produce un ahorro de hasta el 45% del total de los gastos ante una superficie acristalada de aproximadamente el 46% de la superficie total, tratamiento de huecos, otros sistemas de iluminación natural, etc. A grandes rasgos, el ahorro de energía respecto de un edificio estándar con características parecidas asciende al 60% sin contar con la energía cedida a otros edificios, donde el ahorro de energía sería del 30% [40].

A través de la aplicación de estrategias bioclimáticas en búsqueda de una reducción de la demanda energética, lleva a cabo la gestión y producción de energías locales renovables autónomas como energía fotovoltaica, sistema trigeneración con biomasa o geotermia; se puede considerar un edificio “Cero Emisiones de CO<sub>2</sub>” y “Cero Energía”. LUCIA también ha tenido en cuenta la gestión de aguas y residuos, así como aspectos sociales.

### 7.1. CRÉDITOS LEED

#### 1. Sitios sostenibles

##### Prevención de la Contaminación en la Construcción (PREREQUISITO)→

**CUMPLE**

Se busca una reducción de la contaminación provocada por la construcción a través del control de la erosión del suelo, sedimentación de vías fluviales y polvo en el aire. Para ello, el edificio LUCIA cuenta con un plan de control de erosión y sedimentación creado en fase de diseño por la empresa contratista para las actividades de construcción asociadas al proyecto, que intenta evitar la pérdida de suelo por escorrentías o por viento, la sedimentación de alcantarillas y arroyos y la contaminación del aire por partículas de polvo. Algunas de las medidas aplicadas por ese plan de control son la creación de zonas verdes, diques de tierra, cuencas de sedimentos, etc.

**Selección del sitio (1 Punto)→****1 PUNTO**

Pretende evitar el desarrollo de la construcción en espacios inadecuados y reducir el impacto ambiental que la ubicación del edificio en un sitio pudiera causar. El edificio LUCIA no se localiza en tierras consideradas agrícolas, ni donde puedan verse perjudicadas especies en peligro de extinción, ni cerca de humedales clasificados o masas de agua, ni en un terreno considerado parte de un parque público sino que se encuentra en un terreno previamente urbanizado, donde ya existía el Campus de la Universidad de Valladolid.

REFERENCIA CATASTRAL	DIRECCIÓN	USO	SUP. CONSTRUIDA (m2)
8038199UM5183G0001TE	CM CEMENTERIO 22	Industrial	105.709
8038199UM5183G0002YR	CM CEMENTERIO 22 Es:C Pl:ON Pt:STR	Almacén-Estacionamiento	5.488
8038199UM5183G0003UT	CM CEMENTERIO 22 Suelo	Suelo sin edif., obras urbaniz., jardinería, constr. ruínosa	0

[TABLA 13]

**Densidad de desarrollo y conectividad comunitaria (5 Puntos) →****5 PUNTOS**

Favorece el desarrollo hacia zonas urbanas con infraestructuras ya existentes, protege los terrenos vírgenes o áreas verdes y preserva los hábitats y los recursos naturales de la zona. El edificio LUCIA se encuentra en una zona con infraestructura previa y con acceso peatonal, dentro de un radio de 800 m. de una zona residencial, proximidad al transporte público y a menos de 1km de más de 10 servicios básicos, favoreciendo la conectividad comunitaria.



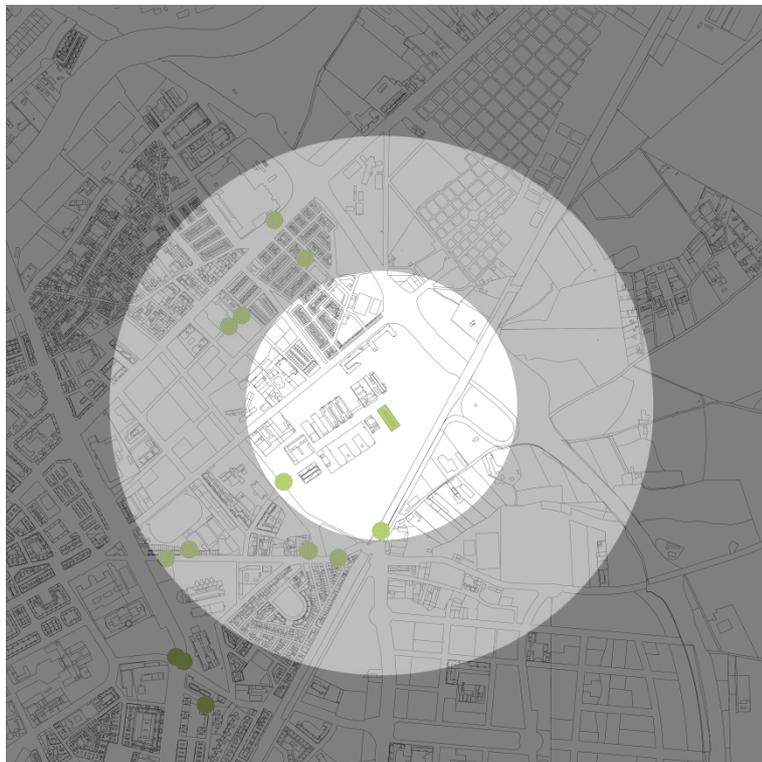
[FIG. 59]

**Reurbanización de terrenos abandonados o Brownfield (1 Punto)→****NO CUMPLE**

Se busca rehabilitar sitios dañados donde resulta más complicado un desarrollo adecuado por la contaminación ambiental e intentar reducir la presión existente en los terrenos no urbanizados. El edificio LUCIA no se localiza en un sitio documentado como contaminado a través de una evaluación ambiental ni en un terreno considerado “Brownfield” o abandonado.

**Transporte alternativo: acceso al transporte público (6 Puntos)→****6 PUNTOS**

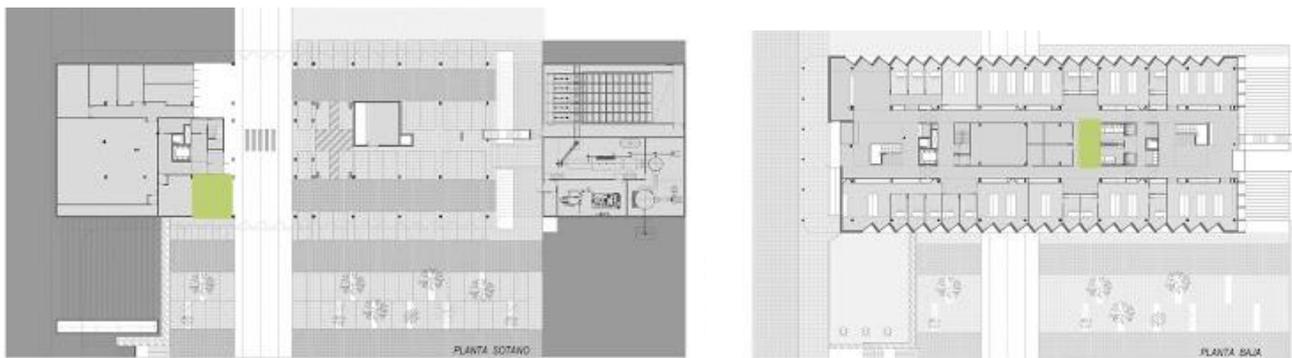
Se pretende disminuir la contaminación y el impacto del desarrollo del suelo provocado por el uso de automóviles. El edificio LUCIA se encuentra con varias paradas de autobús, con una parada de taxis y con la estación de tren Valladolid-Universidad dentro de un ratio de 800m. y, además, cuenta con una zona de aparcamiento reservada a vehículos compartidos.



[FIG. 60]

**Transporte alternativo: almacenamiento de bicicletas y vestuarios (1 Punto)→****1 PUNTO**

Se pretende disminuir la contaminación y el impacto del desarrollo del suelo provocado por el uso de automóviles. El edificio LUCIA cuenta con pequeños vestuarios y duchas en todas las sus plantas sobre rasante y cuenta con un estacionamiento de bicicletas a la entrada del Campus Universitario por el Paseo de Belén y por el acceso a los apartamentos Cardenal Mendoza, además del espacio cubierto destinado a bicicletas en la planta sótano del edificio.

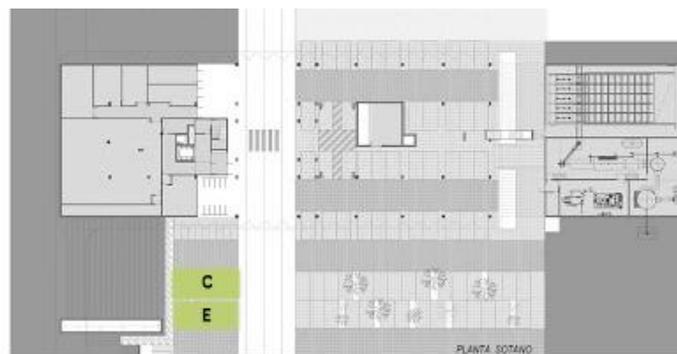


[FIG. 61]

### Transporte alternativo: vehículos de bajas emisiones y consumo eficiente de combustible (3 Puntos)→

3 PUNTOS

Se pretende disminuir la contaminación y el impacto del desarrollo del suelo provocado por el uso de automóviles. El edificio LUCIA cuenta con una zona de aparcamiento en la planta sótano al aire libre destinada preferentemente a vehículos eléctricos junto con la zona para vehículos compartidos.

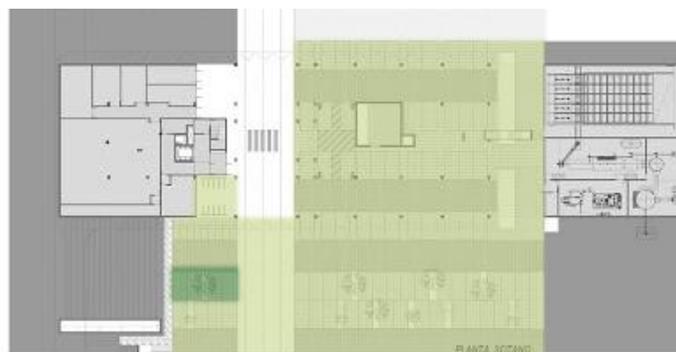


[FIG. 62]

### Transporte alternativo: capacidad de estacionamiento (2 Puntos)→

2 PUNTOS

Se pretende disminuir la contaminación y el impacto del desarrollo del suelo provocado por el uso de automóviles. El edificio LUCIA cuenta con un área de estacionamiento que cumple con las normativas municipales y destina parte de este espacio a coches de uso compartido.



[FIG. 63]

**Desarrollo del sitio: proteger o restaurar el hábitat (1 Punto)→****NO CUMPLE**

Se pretende conservar las áreas naturales existentes y reconstruir las zonas dañadas proporcionando un hábitat y fomentando la biodiversidad. El edificio LUCIA no se encuentra en terrenos vírgenes por lo que no puede poner unos límites a este tipo de actuación. LUCIA está en un terreno previamente desarrollado pero, a pesar de crear zonas verdes con especies autóctonas tanto en planta sótano como un techo verde, no cumple con los requisitos de “restaurar el 50% del sitio, menos la huella del edificio, o el 20% de la superficie total del sitio”.

**Desarrollo del sitio: maximice el espacio abierto (1 Punto)→****1 PUNTO**

Favorece la biodiversidad a través de una alta relación entre el espacio abierto y la huella del edificio. El edificio LUCIA cuenta con una superficie en planta de aproximadamente un rectángulo de 30x75 m<sup>2</sup> (2.250 m<sup>2</sup>) dentro de una parcela de unos 5.677,5 m<sup>2</sup>. Es decir, alrededor de un 60% de la parcela queda al aire libre sin cubrición (sin contar con el volumen enterrado que queda en la zona sureste) en parte gracias a la compacidad del edificio. La zona exterior del mismo cuenta con zona de aparcamiento pero, también, con zonas verdes de especies autóctonas, además del techo verde ubicado en cubierta y la proximidad al parque del Campus.

**Diseño de aguas pluviales: control de cantidad (1 Punto)→****1 PUNTO**

Se busca limitar la posible modificación de la hidrología natural a través de una disminución de superficies impermeables con el objetivo de aumentar la infiltración en el sitio, evitando en medida de lo posible la contaminación de las aguas pluviales y las escorrentías. El edificio LUCIA utiliza un sistema de aprovechamiento del agua de lluvia a través de filtros vegetales y el techo verde disminuyendo las superficies duras, que posteriormente será tratada y utilizada en el propio edificio. Además, LUCIA cuenta con un plan de gestión de aguas pluviales.

**Diseño de aguas pluviales: control de calidad (1 Punto)→****1 PUNTO**

Intento de rehabilitación de los sitios dañados con dificultad de desarrollo por la contaminación ambiental y de reducción de la presión sobre los terrenos desarrollados. El edificio LUCIA aprovecha el 73% de las aguas pluviales obtenidas a través de una cubierta vegetal y pavimento filtrante de planta sótano y esta es reutilizada para otros sistemas como el saneamiento (cisternas y urinarios).



[FIG. 64]

**Efecto isla de calor: sin techo (1 Punto)→****1 PUNTO**

Pretende reducir la isla de calor para minimizar el impacto producido en los microclimas, los hábitats y la vida silvestre. El edificio LUCIA emplea un pavimento de rejilla abierta de color claro para evitar que absorba la luz solar e implanta árboles y vegetación entre los aparcamientos de planta sótano proporcionando algunas sombras sobre el suelo y el techo con vegetación. Además, casi la mitad del estacionamiento se encuentra cubierto (en sombra) por el propio edificio.



[FIG. 65]

**Efecto isla de calor: techo (1 Punto)→****1 PUNTO**

Pretende reducir la isla de calor para minimizar el impacto producido en los microclimas, los hábitats y la vida silvestre. El edificio LUCIA cuenta con un techo verde que ocupa el 73,5% de la cubierta y con techos con un alto valor de SRI.



[FIG. 66]

**Reducción de la contaminación lumínica (1 Punto)→****1 PUNTO**

Busca una reducción de la entrada de luz en el sitio y el edificio, fomentando el acceso al cielo nocturno y evitando el deslumbramiento o impacto del desarrollo de la iluminación en entornos nocturnos. El edificio LUCIA cuenta con dispositivos automáticos para la reducción de potencia en al menos un 50% en la franja horaria de entre las 11:00 p.m. y las 5:00 a.m. de todas las luminarias que no sean de emergencia.



[FIG. 67]

**2. Eficiencia del agua****Reducción del uso de agua (PREREQUISITO) →****CUMPLE**

Se busca la máxima eficiencia del agua en el propio edificio para disminuir la carga ejercida sobre el suministro de agua municipal y los sistemas de aguas residuales. El edificio LUCIA reduce en más de un 20% el consumo de agua potable calculada para el mismo a través del empleo de accesorios de alta eficiencia y accesorios secos, además del uso de otros sistemas de aprovechamiento de aguas grises o pluviales.

**Paisajismo con uso eficiente del agua (2-4 Puntos)→****4 PUNTOS**

Se intenta limitar, o incluso eliminar, en medida de lo posible el agua potable u otros recursos naturales empleados en el riego de jardines o paisaje. El edificio LUCIA posee espacios verdes creados a partir de especies autóctonas que sobreviven con el agua de lluvia del sitio, además de emplear agua reutilizada o de lluvia para acciones similares.

**Tecnologías innovadoras de aguas residuales (2 Puntos)→****2 PUNTOS**

Se busca reducir la producción de aguas residuales y la demanda de agua potable mientras que aumenta la recarga del acuífero local. El edificio LUCIA trata el 100% de las aguas grises de edificio para ser reutilizadas y disminuyendo la demanda de agua potable.

**Reducción del uso de agua (2-4 Puntos)→****4 PUNTOS**

Este crédito busca una mayor eficiencia del agua en el propio edificio que la que se requiere inicialmente. El edificio LUCIA supera el 40% de reducción de la demanda de agua potable a través de soluciones técnicas que garantizan dicho ahorro.

**3. Energía y atmosfera****Comisionamiento fundamental de sistemas energéticos de edificios (PREREQUISITO)→****CUMPLE**

Se debe verificar la existencia y calibrado de los sistemas relacionados con la energía del proyecto, base de diseño y documentos de construcción lo que supone beneficios como la reducción de energía, costos más bajos, mejor documentación, una mejor productividad de los usuarios, etc. El edificio LUCIA cuenta con una autoridad comisionada (CxA) que se encarga de la supervisión del proceso de puesta en servicio ajena al equipo de proyecto y los sistemas que consumen energía fueron verificados antes de la ocupación. Los requisitos de puesta en servicio, del proyecto del propietario (OPR) y las bases del diseño (BOD) están incluidos en la documentación del proyecto y la CxA desarrolla un informe breve del comisionamiento.

**Rendimiento energético mínimo (PREREQUISITO)→****CUMPLE**

Se establece el nivel mínimo de eficiencia energética con el que debe contar el edificio y los sistemas asignados para la reducción de los impactos tanto ambientales como económicos que tienen que ver con un uso excesivo de la energía. El edificio LUCIA consigue ahorros de energía superiores al 10%. Reduce el consumo de energía a través de su orientación, iluminación natural, fuentes de energía renovables, etc.

**Gestión de refrigerantes fundamental (PREREQUISITO)→****CUMPLE**

Se busca la reducción del ozono estratosférico. El edificio LUCIA no emplea refrigerantes a base de clorofluorocarbonos (CFC) en los sistemas de climatización. LUCIA presenta un sistema de pre-aclimatación del aire antes de su paso por un sistema de ventilación mediante la energía contenida en el terreno, que junto con otros sistemas aplicados en el proyecto favorecen la reducción de la demanda de refrigeración del edificio. Este requisito no es un problema ya que el empleo de HFC está prohibido en la UE.

**Optimizar el rendimiento energético (1-19 Puntos)→****19 PUNTOS**

Busca alcanzar niveles de eficiencia energética mayores a los impuestos por los requisitos previos para la reducción de los impactos tanto ambientales como económicos que tienen que ver con un uso excesivo de la energía. El edificio LUCIA consigue ahorros de energía superiores al 48%. Reduce el consumo de energía a través de su orientación, quebrando las fachadas longitudinales para una correcta colocación de los huecos; busca un máximo aprovechamiento de la luz natural con dichos huecos y lucernarios y chimeneas en cubierta

y emplea sistemas de energía a partir de fuentes de energía renovables como la geotérmica o la solar, junto con otros sistemas como los ventiladores de recuperación del sistema de biomasa.

#### **Energía renovable in situ (1-7 Puntos)→**

**7 PUNTOS**

Favorece los niveles de autosuministro de energía renovable con el fin de reducir los impactos ambientales y económicos que tienen que ver con el empleo de energías provenientes de combustibles fósiles. El edificio LUCIA cumple con los requisitos establecidos mediante el empleo de energía renovable para más del 13% de la energía demandada. Lo consigue a través de la aplicación de sistemas fotovoltaicos, aplicados en una doble piel y en los lucernarios de cubierta; sistemas de calefacción de geotermia, como los pozos canadienses y un sistema de cogeneración a través de la gasificación de la biomasa. LUCIA se proyecta con un balance de energía cero y cero emisiones.



[FIG. 68]

#### **Comisionamiento mejorado (2 Puntos)→**

**2 PUNTOS**

Se busca el comienzo temprano del proceso de comisionamiento tras la verificación de los sistemas. En el edificio LUCIA, la autoridad comisionada independiente se encarga durante el diseño de la revisión del mismo con antelación al desarrollo de los documentos de semiconstrucción. Tras la verificación de funcionamiento de los sistemas empleados en el edificio desarrolla un manual de sistemas y supervisa el edificio durante 10 meses. En el proyecto del edificio LUCIA estos requisitos se cumplen por PGI Engineering y KEMA.

#### **Gestión de refrigerante mejorada (2 Puntos)→**

**2 PUNTOS**

Se busca la reducción del ozono estratosférico como en el prerrequisito de “Gestión de refrigerantes fundamental” e favorece el cumplimiento del Protocolo de Montreal, minimizando las contribuciones al cambio climático. El edificio LUCIA emplea equipos de calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración que reducen o eliminan la emisión de sustancias que favorecen el agotamiento de la capa de ozono y al cambio climático.

**Medición y verificación (3 Puntos)→****3 PUNTOS**

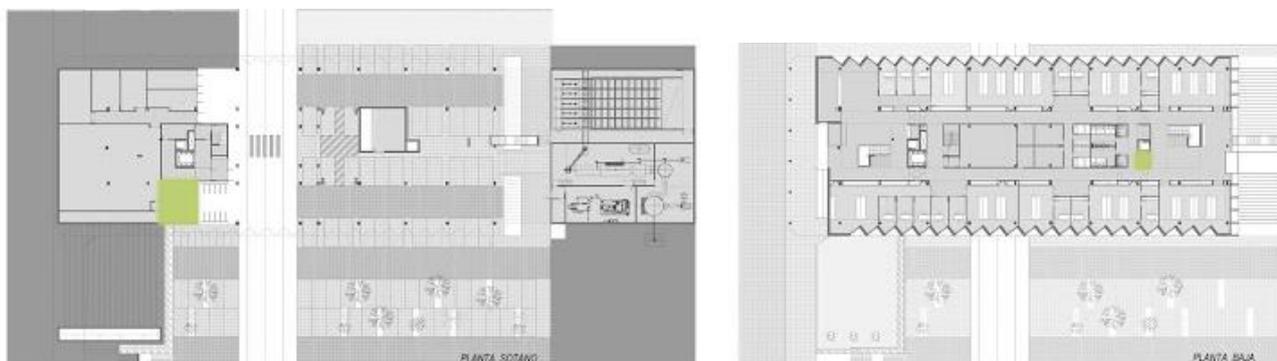
Pretende un seguimiento continuo del consumo de energía de los edificios a lo largo del tiempo. El edificio LUCIA cuenta con una planificación verificación y medición según el “Protocolo de medidas y verificación de desempeño internacional” desarrollado por el equipo de ingeniería y el propietario durante un periodo mínimo de un año y con un sistema de medición de los principales consumidores de energía del edificio.

**Energía ecológica (2 Puntos)→****NO CUMPLE**

Se busca el progreso y empleo de tecnologías de energía renovable con un objetivo de contaminación nula. El edificio LUCIA emplea sus propios sistemas de obtención de electricidad y no cumple con el requisito de crédito de contar con un contrato de al menos dos años con proveedor de electricidad certificado de Green-e para que le proporcione al menos el 35% de la electricidad del edificio de fuentes renovables.

**4. Materiales y recursos****Almacenamiento y recolección de reciclables (PREREQUISITO) →****CUMPLE**

Se intenta facilitar la disminución de los residuos producidos por los usuarios del edificio, los cuales se transportan y dejan en los vertederos. El edificio LUCIA cuenta con un espacio de unos 40 m<sup>2</sup> destinado al almacenamiento y recolección de los residuos destinados a reciclaje en la planta sótano. Los materiales que recicla principalmente LUCIA son papel, pilar, tóner y PET.



[FIG. 69]

**Reutilización de edificios: mantenimiento de paredes, pisos y techos existentes (1-3 Puntos)→****NO CUMPLE**

Se busca ampliar el ciclo de vida de un edificio existente conservando los recursos y reduciendo los desechos y el impacto ambiental de los edificios de nueva construcción en lo que respecta a la fabricación y el transporte de materiales. El edificio LUCIA se construye en un solar sin ocupación previa por lo que es imposible el cumplimiento de los requisitos de este crédito en su ubicación actual, ya que no se puede aprovechar nada de edificaciones previas.

**Reutilización de edificios: mantenimiento de elementos no estructurales interiores (1 Punto)→** **NO CUMPLE**

Se busca ampliar el ciclo de vida de un edificio existente conservando los recursos y reduciendo los desechos y el impacto ambiental de los edificios de nueva construcción en lo que respecta a la fabricación y el transporte de materiales. El edificio LUCIA se construye en un solar sin ocupación previa por lo que no se pueden cumplir los requisitos de este crédito.

**Gestión de residuos de construcción (1-2 Puntos)→****2 PUNTOS**

Busca el desvío de los desechos de construcción y demolición a vertederos e instalaciones de incineración, además de redirigir los materiales recuperados destinados al reciclaje a los lugares correspondientes. El edificio LUCIA recicla o rescata escombros de construcción y demolición no peligrosos en más de un 75% de lo posible y cuenta con un plan de gestión de desechos.

**Reutilización de materiales (1-2 Puntos)→****NO CUMPLE**

Se intenta conseguir la máxima reutilización de productos y materiales de construcción para disminuir la demanda de materiales vírgenes y sus correspondientes impactos ambientales debidos a la extracción y al procesamiento. Al igual que en requisitos anteriores, el edificio LUCIA se emplaza en un solar previamente vacío por lo que se imposibilita la capacidad de reutilización de materiales existentes.

**Contenido reciclado (1-2 Puntos)→****1 PUNTO**

Se busca un aumento de la demanda de materiales y productos con alto contenido reciclado para reducir los impactos correspondientes a la extracción y al procesamiento. El edificio LUCIA emplea materiales con un contenido reciclado mayor al 20%.

**Materiales regionales (1-2 Puntos)→****1 PUNTO**

Fomenta la demanda de productos o materiales empleados en el edificio de procedencia regional, apoyando el uso de materiales autóctonos y reduciendo los impactos ambientales correspondientes. El edificio LUCIA emplea materiales que hayan sido extraídos, recolectados, recuperados o fabricados dentro de un radio de 800km de distancia de él que suponen más del 10% del total.

**Materiales rápidamente renovables (1 Punto)→****NO CUMPLE**

Se busca la reducción en el uso y agotamiento de materias primas que son limitadas y materiales con un ciclo de regeneración muy largo para su sustitución por otros recursos renovables más rápidamente. El edificio LUCIA usa materiales como el hormigón, acero, vidrio, etc. que no se consideran renovables a corto plazo como podría ser el bambú, la lana o el aislamiento de algodón, el linóleo o el corcho entre otros.

**Madera certificada (1 Punto)→****1 PUNTO**

Se busca un fomento del uso de materiales renovables que favorezcan una gestión forestal ambientalmente responsable. El edificio LUCIA cuenta con más de un 50% de los elementos de madera utilizados (incluidos el mobiliario y material de construcción como marcos, puertas o acabados) certificados por el Consejo de Manejo Forestal (FSC).

**5. Calidad de aire interior****Rendimiento de calidad mínima del aire interior (PREREQUISITO)→****CUMPLE**

Se establece un rendimiento mínimo de calidad del aire interior (IAQ) con el fin de mejorar la calidad del aire interior en los edificios, favoreciendo el confort y bienestar de los usuarios. El edificio LUCIA emplea sistemas de ventilación natural a través de los huecos de las fachadas y la cubierta cumpliendo con las condiciones mínimas de ventilación expuestas por la normativa ASHRAE 62.1-2007, del mismo modo que su sistema de ventilación a través de recuperados entálpicos también cumple con ella. LUCIA utiliza la ventilación mecánica combinada con la natural para establecer un equilibrio y optimizar el consumo de energía, sin perjudicar a los ocupantes.



[FIG. 70]

**Control de humo de tabaco ambiental (PREREQUISITO)→****CUMPLE**

Previene en medida de lo posible la exposición de los usuarios del edificio, las superficies interiores y los mecanismos de distribución de aire ventilado al humo de tabaco ambiental (ETS). El edificio LUCIA cumple con este requisito ya que no se permite fumar en todo el Campus de la Universidad.

**Control de suministro de aire exterior (1 Punto)→****1 PUNTO**

Se busca proporcionar capacidad suficiente para el control de los sistemas de ventilación con el objetivo de favorecer la comodidad y bienestar de los usuarios. A través de un diseño de ingeniería mecánica, LUCIA

cuenta con dispositivos de medición del caudal de aire externo con una precisión del 10-15%, un equipo de monitoreo que controla los valores de CO<sub>2</sub> saltando cuanto estos superan el 10% de los valores de diseño y de medición de flujo de aire.

**Mayor ventilación (1 Punto)→****1 PUNTO**

Se busca la aplicación de un sistema de ventilación adicional al aire exterior que favorezca la mejora de la calidad del aire interior, favoreciendo el confort y bienestar de los usuarios. El edificio LUCIA establece un diseño de ventilación que cumple con las condiciones de LEED y supera las exigencias del prerrequisito “Rendimiento de calidad mínima del aire interior”.

**Plan de gestión de la calidad del aire interior de construcción: durante la construcción (1 Punto)→****1 PUNTO**

Busca la disminución de los problemas de calidad de aire interior característicos de cualquier proyecto de construcción o renovación, favoreciendo el confort y bienestar de los usuarios y trabajadores. El edificio LUCIA cuenta con un plan de gestión de calidad del aire interior para las fases de construcción y ocupación con el fin de proteger los sistemas de climatización.

**Plan de gestión de la calidad del aire interior en construcción: antes de la ocupación (1 Punto)→****1 PUNTO**

Busca la disminución de los problemas de calidad de aire interior característicos de cualquier proyecto de construcción o renovación, favoreciendo el confort y bienestar de los usuarios y trabajadores. El edificio LUCIA cuenta con un plan de gestión de calidad del aire interior puesto en funcionamiento previamente a la ocupación a través de una prueba de control y limpieza del aire cumpliendo con los umbrales de contaminantes.

**Materiales de baja emisión: adhesivos y selladores (1 Punto)→****NO CUMPLE**

Se intenta reducir la cantidad de contaminantes olorosos, molestos y nocivos del aire interior para la comodidad y bienestar de los usuarios e instaladores. El edificio LUCIA no cumple con este requisito utilizando adhesivos, imprimadores y selladores que no cumplen con las normas del Distrito de Gestión de la Calidad del Aire de la Costa Sur (SCAQMD) Norma 1168. El Proyecto de LUCIA no especifica el uso de materiales con bajo contenido de COV en los documentos de construcción.

**Materiales de baja emisión: pinturas y revestimientos (1 Punto)→****NO CUMPLE**

Se intenta reducir la cantidad de contaminantes olorosos, molestos y nocivos del aire interior para la comodidad y bienestar de los usuarios e instaladores. El edificio LUCIA no cumple con este requisito empleando pinturas y revestimientos aplicados que exceden o no especifican en los documentos de construcción los niveles orgánicos volátiles.

**Materiales de baja emisión: sistemas de pisos (1 Punto)→****NO CUMPLE**

Se intenta reducir la cantidad de contaminantes olorosos, molestos y nocivos del aire interior para la comodidad y bienestar de los usuarios e instaladores. El edificio LUCIA no cumple con las condiciones establecidas por el sistema LEED. Los materiales empleados para los pisos del edificio no cumplen con la normativa correspondiente o este no se especifica en la documentación del proyecto.

**Materiales de bajas emisiones: madera compuesta y productos de fibra agrícola (1 Punto)→****NO CUMPLE**

Se intenta reducir la cantidad de contaminantes olorosos, molestos y nocivos del aire interior para la comodidad y bienestar de los usuarios e instaladores. El edificio LUCIA no cumple con este requisito y emplea productos de construcción (tableros de agrofibras o maderas, adhesivos, etc.) que pueden contener resinas agregadas de urea-formaldehído o no está especificado en la documentación de proyecto.

**Control de fuentes de contaminantes y químicos en interiores (1 Punto)→****1 PUNTO**

Se busca minimizar el tiempo de exposición de los usuarios del edificio a materiales y sustancias particuladas y químicas que supongan un peligro potencial. El edificio LUCIA cuenta con un sistema de control de sustancias peligrosas ya que el edificio cuenta con zonas de laboratorios. Cuenta con contenedores de contaminantes en los laboratorios, espacios ventilados y un espacio de tratamiento de las aguas procedentes de estos en la planta sótano.



[FIG. 71]

**Controlabilidad de los sistemas: iluminación (1 Punto)→****1 PUNTO**

Intenta proporcionar un nivel adecuado de control de los sistemas de iluminación por parte de los usuarios, favoreciendo la productividad, el confort y el bienestar de estos. El edificio LUCIA cuenta con un adecuado sistema de iluminación individual que se reparte por todo el edificio y aplica la Interfaz de Iluminación Digital Direccional DALI que controla la iluminación interior del edificio de acuerdo a la iluminación natural disponible y las necesidades del espacio, controlando además el consumo de energía necesaria.

**Controlabilidad de los sistemas: confort térmico (1 Punto)→****1 PUNTO**

Se busca alcanzar un nivel alto de control sobre los sistemas de confort térmico por parte de los usuarios, favoreciendo la productividad, el confort y el bienestar de estos. El edificio LUCIA cuenta con termostatos, rejillas y difusores en la mayoría de sus estancias favoreciendo una correcta climatización de los espacios y comodidad de los ocupantes.

**Confort térmico: diseño (1 Punto)→****1 PUNTO**

Aboga por un ambiente térmico confortable que favorezca la productividad y bienestar de los usuarios. El edificio LUCIA emplea un sistema HVAC diseñado a consecuencia de aspectos previamente estudiados como el nivel de actividad previsto en el edificio, la envolvente de este, el clima del entorno (temperatura, velocidad del aire, humedad, etc.) de acuerdo a los criterios de comodidad del estándar ASHRAE 55-2004.

**Confort térmico: verificación (1 Punto)→****1 PUNTO**

Busca la durabilidad de un ambiente térmico confortable a lo largo del tiempo. El edificio LUCIA cuenta con un sistema de monitoreo permanente para garantizar el confort térmico deseado. Además, llevo a cabo una encuesta de conformidad térmica de los usuarios entre 6 y 18 meses después de que se llevase a cabo la ocupación.

**Iluminación natural y vistas: iluminación natural (1 Puntos)→****1 PUNTO**

Proporciona a los usuarios del edificio una conexión entre los espacios cerrados y abiertos a través de iluminación natural y vistas con las áreas normalmente ocupadas. En el edificio LUCIA estos espacios cuentan con un nivel de iluminación natural superior al 75%. Esto se debe por la geometría del edificio y su reorientación de las fachadas, los lucernarios, solatubes, etc.

**[FIG. 72]**

**Iluminación natural y vistas: vistas (1 Puntos)→****1 PUNTO**

Proporciona a los usuarios del edificio una conexión entre los espacios cerrados y abiertos a través de iluminación natural y vistas con las áreas normalmente ocupadas. En el edificio LUCIA, el diseño modular de los espacios permite a todas las áreas ocupadas contar con huecos que permiten unas vistas directas con el exterior.



[FIG. 73]

**6. Diseño e innovación****Innovación en diseño (1-5 Puntos)→****5 PUNTOS**

- Reducción del uso de agua: LUCIA presenta una reducción en la demanda de agua potable del 45%.
- Energía renovable in situ: LUCIA emplea energía que procede más del 15% de fuentes renovables.
- Gestión de residuos de construcción: LUCIA recicla más del 95% de los residuos de construcción.
- Materiales regionales: LUCIA obtiene más del 30% de sus materiales de la zona.
- Iluminación natural y vistas: iluminación natural: LUCIA cuenta con iluminación natural en más del 95% de sus espacios.

**Profesional acreditado LEED (1 Punto)→****1 PUNTO**

Se intenta fomentar la integración del diseño que pretende LEED para mejorar el transcurso de solicitud y certificación. El equipo de proyecto del edificio LUCIA cuenta con un profesional acreditado LEED (LEED AP).

## 7. Prioridad regional

### Prioridad regional (1-4 Puntos)→

**4 PUNTOS**

Estos créditos suponen logros añadidos que abordan prioridades ambientales geográficas del sitio. El edificio LUCIA ha conseguido los 4 posibles puntos de esta categoría extra.

Este edificio ha sido simulado a través de E-Quest y evaluado por el método LEED, donde logra una puntuación de 98 adquiriendo “LEED-NC Platino” y la herramienta VERDE, con una calificación mayor a cuatro hojas, buscando la mayor calificación posible con resultados exitosos en diversos aspectos (áreas económicas, de ahorro energético y Cero CO2).

No solo es un edificio sostenible en sí mismo sino que funciona de puente hacia la investigación de determinados aspectos dentro de la propia sostenibilidad, sirviendo de prototipo o base para la evaluación de edificios futuros de acuerdo a estrategias diversas (agua, energía, residuos, materiales, aspectos sociales, etc.). [\[Anexo 6\]](#)



## 8. CONCLUSIONES

El desarrollo sostenible es un tema con cada vez más importancia en el mundo. Al principio eran pocos los que priorizaron los problemas que el crecimiento humano estaba provocando, siendo tachados de alarmistas. Sin embargo, con el tiempo nos hemos ido dando cuenta de la gran importancia que tienen los impactos que cada actuación provoca en el medio.

Es un concepto que afecta a todos los campos. No obstante, el sector de la construcción junto con el de la industria, son los que mayor y peores consecuencias provocan en el planeta. Son los responsables de la mayor parte de la contaminación emitida y el consumo de los recursos. De aquí que surja lo que conocemos como “construcción sostenible” entendida como aquella que sigue una serie de pautas o parámetros con el fin de ser respetuosa con el entorno.

Para contabilizar y poder evitar los numerosos impactos surgieron en todo a los años 90 una serie de métodos de evaluación o certificaciones ambientales, como son BREEAM, LEED, WELL, Minergie, Passivhaus y muchas otras. Todas ellas funcionan a través de una metodología parecida con algunos temas tratados coincidentes, aunque con diferente valor asignado en cada una de ellas. Algunos de estos temas principales son los recursos naturales, la energía, el agua, el suelo, el entorno próximo, el aire, los materiales o los residuos producidos. Estas certificaciones son métodos de evaluación voluntarios que valoran la reducción de los impactos ambientales, así como las acciones orientadas a evitarlos. Por lo general cada una de ellas sirve para la certificación de varios usos aunque con unos criterios comunes.

En concreto, la certificación LEED de origen estadounidense se aplica a todo tipo de construcciones, nuevas construcciones, hogares, rehabilitaciones, interiores, ciudades y comunidades, etc. consiguiendo beneficios en los tres aspectos básicos de la sostenibilidad, económico, social y ambiental. LEED es uno de los sistemas actualmente más expandidos internacionalmente y es una de las certificaciones que no necesitan de personal acreditado. Tiene como objetivo la reducción de los impactos ambientales derivados de la construcción a través de estrategias sostenibles de acuerdo a siete categorías: sitios sostenibles, localización y transporte, eficiencia del agua, energía y atmósfera, materiales y recursos y calidad ambiental de los interiores junto con innovación en diseño y prioridad regional. Funciona como una “guía” en el diseño de los edificios para mejorar su comportamiento ambiental y se organiza como un sistema de puntuación de hasta 110 puntos organizado en cuatro niveles (Certificado, Plata, Oro y Platino), con valores previamente asignados sin necesidad de ponderación posterior.

El edificio LUCIA, un edificio dedicado a laboratorios y centros de investigación, es una de las aplicaciones más relevantes de LEED considerado el edificio más sostenible de Europa y el segundo del mundo. Logró LEED Platino a través de la versión LEED 2009 de Nueva Construcción consiguiendo la puntuación más alta de la

certificación hasta el momento con 98 puntos. Se trata de un edificio convertido en referencia en eficiencia energética y sostenibilidad en el campo de la arquitectura que incluye los aspectos económicos y sociales y busca principalmente la funcionalidad a través de un **diseño bioclimático** que aborda todos los aspectos sostenibles conocidos, combinando eficiencia, sostenibilidad, estilo y el aprovechamiento óptimo de los recursos, encajando adecuadamente en el espacio en el que se localiza.

LUCIA utiliza estrategias bioclimáticas, sistemas productivos, técnicas de construcción y el empleo de energías renovables que llevan consigo una gran reducción en los consumos de electricidad, climatización, etc. convirtiéndose así en un edificio Cero Energía y Cero Emisiones CO<sub>2</sub>. Su diseño también incluye la flexibilidad y la variedad de usos, la preservación del agua y otros recursos naturales o la reducción de residuos u otros impactos ambientales producidos, abogando por la creación de zonas verdes.

LEED para el diseño y construcción de nuevos edificios desde su fase de proyecto aboga por la construcción de **un edificio ecológico integral**, pudiendo concretar cada estrategia sostenible desde el inicio aumentando al máximo su beneficio. Este modo de funcionamiento permite abordar de forma más directa el impacto de carbono del edificio, la energía, los materiales y recursos empleados, etc. De esta manera, LEED funciona en LUCIA como una estrategia de diseño contando con que más de la mitad de sus créditos dependen del propio diseño. LUCIA es sólo un ejemplo más de que estos principios son aplicables a cualquier otro edificio desde el principio

## 9. REFERENCIAS

### 9.1. NOTAS

- [1] <Se hizo referencia a “la perpetuación y el mejoramiento del mundo viviente –el ambiente natural del hombre– y los recursos naturales de los que dependen todos los seres vivientes”, aludiendo a la administración del “aire, agua, suelos, minerales y especies vivientes, incluido el hombre, para lograr la calidad de vida sostenible más alta posible”> según “*El Futuro de la Sostenibilidad*”-OEI.: [www.oei.es](http://www.oei.es) > portadas > iucn\_future\_of\_sustainability\_sp
- [2] Comisión Brundtland, 1990.
- [3] “*Programa 21*” - Departamento de Asuntos Económicos y Sociales - División de Desarrollo Sostenible - (URL: <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/index.htm> ).
- [4] “*Huella de Carbono en el Sector de la Construcción*” - Informe de ACR (URL: <https://acr.es/wp-content/uploads/2020/06/Informe-ACR-Huella-Carbono.pdf> ).
- [5] “*Materiales de construcción que no contaminan*” por Javier R. Rodríguez - 02/12/2019 #IE (URL: <https://ielectro.es/2019/12/02/materiales-construccion-no-contaminan/#:~:text=Se%20necesitan%20m%C3%A1s%20de%20hogar%20medio%20durante%2050%20a%C3%B1os> )
- [6] “*Generación de Residuos*” en “*Impactos Ambientales en el Sector de la Construcción*”- Construpedia según el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña - ITEC en la publicación Buenas Prácticas Ambientales en las Obras de Construcción.
- [7] Según Casanovas, X. La construcción sostenible. Una mirada estratégica. A: Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica. "V Convención Técnica y Tecnológica de la Arquitectura Técnica". Albacete: Colegio de Arquitectos de Almería, 2009, p. 1-17.
- [8] “*La construcción sostenible*” de Aurelio Ramírez (Presidente del Consejo de la Construcción Verde, España) – Física y Sociedad - pág. 30-33.
- [9] “*Hacia la Sostenibilidad Climática*” – ASCECO: Arquitectura Sostenible e Ingeniería Verde (economía circular), 12 may, 2020.
- [10] “*Materiales para edificios sostenibles*” en “*Arquitectura Sostenible*” – Arquitectura Penitenciaria, 2014.
- [11] Cuentas medioambientales: cuentas de los residuos. Año 2017. Notas de prensa a 29 de noviembre de 2019- Instituto Nacional de Estadística (URL: [https://www.ine.es/prensa/cma\\_2017\\_res.pdf](https://www.ine.es/prensa/cma_2017_res.pdf) ).
- [12] “*Hacia la Sostenibilidad Climática*” – ASCECO: Arquitectura Sostenible e Ingeniería Verde (economía circular), 12 may, 2020.
- [13] Datos comparativos de energía gris necesaria en distintos tipos de construcciones. Econologia.net – Economía, ecología, energías, sociedad y tecnologías: ¡La energía gris de la construcción, la cara oculta del sector!
- [14] Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios - Diario Oficial n° L 001 de 04/01/2003 p. 0065 – 0071 (6)
- [15] “*Difusión, evolución y factores condicionantes de los certificados Breeam, Leed y PassivHaus*” por C. Caro, V. Castillo, J. Fernández e I. Requena- may. 2012.
- [16] “*Certificación de Edificios PASSIVHAUS - Los Requisitos*” Plataforma de Edificación Passivhaus (URL: <http://www.plataforma-pep.org/estandar/certificacion> ).

- [17] “Los Edificios Passivhaus certificados, construyendo Edificios de Energía Casi Nula en España desde el 2008” – Construible.es, publicado el 29 enero 2018.
- [18] “Más de 100.000 m2 certificados bajo el estándar Passivhaus en España, según datos de la asociación PEP” – Construible.es, publicado el 06 junio 2019.
- [19] Explora BREEAM: Explore los datos detrás de los Proyectos BREEAM (URL: <https://tools.breeam.com/projects/explore/index.jsp> ).
- [20] “BREEAM® España evalúa la sostenibilidad de más de 1.000 proyectos en 10 años” – Construcción Sostenible BREEAM.ES, publicado el 04 junio 2020.
- [21] “LEED by the numbers: 16 years of steady growth”, mayo de 2016 (URL: <https://www.usgbc.org/articles/leed-numbers-16-years-steady-growth> ).
- [22] “¿Qué es el Certificado LEED y qué ventajas aporta?”, abril de 2018, escrito por Idoia Arnabat-CALORYFRIO. (URL: <https://www.caloryfrio.com/construccion-sostenible/certificacion-energetica/que-es-certificado-leed-que-ventajas-aporta.html> ).
- [23] LEED: Sistemas de calificación. GBCe (URL: <http://www.spaingbc.org/web/sistemas-clasificacion.php> ).
- [24] “Calidad Ambiental Interior”, mayo de 2013. Fuente de contenido: Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (URL: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/indoorenv/> ).
- [25] “LEED 2009 for New Constructions and Major Renovations” USGBC Member Approved November 2008 (Updated July 2012) (URL: <https://web.archive.org/web/20140327061247/http://www.usgbc.org/Docs/Archive/General/Docs8868.pdf> ).
- [26] Proyecto ACTIU TECHNOLOGICAL PARK certificado LEED® Platinum por el US Green Building Council (URL: <https://www.actiu.com/en/company/actiu-leed/> ).
- [27] “El edificio Lucia de la Universidad de Valladolid, referente europeo de eficiencia energética” – dicyt: Agencia Iberoamericana para la difusión de la ciencia y la tecnología. (URL: <https://www.dicyt.com/noticias/el-edificio-lucia-de-la-universidad-de-valladolid-referente-europeo-de-eficiencia-energetica> ).
- [28] “Estrategias: Diseño Bioclimático” - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2 (URL: <http://edificio-lucia.blogspot.com/p/2-diseno-bioclimatico.html> ).
- [29] VALBUENA GARCIA, FRANCISCO JOSÉ. “Edificio LUCIA. Edificio para Lanzadera Universitaria de Centros de Investigación Aplicada” Universidad de Valladolid: “Diseño bioclimático”, pág. 20.
- [30] VALBUENA GARCIA, FRANCISCO JOSÉ. “Edificio LUCIA. Edificio para Lanzadera Universitaria de Centros de Investigación Aplicada” Universidad de Valladolid: “Diseño bioclimático”, pág. 20.
- [31] “Estrategias: Diseño Bioclimático” - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2 (URL: <http://edificio-lucia.blogspot.com/p/2-diseno-bioclimatico.html> ).
- [32] “Estrategias: Diseño Bioclimático” - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2 (URL: <http://edificio-lucia.blogspot.com/p/2-diseno-bioclimatico.html> ).
- [33] “El edificio: Presentación” - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2 (URL: <http://edificio-lucia.blogspot.com/p/2-diseno-bioclimatico.html> ).

- [34] *“El edificio: Presentación”* - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2 (URL: <http://edificio-lucia.blogspot.com/p/2-diseno-bioclimatico.html> ).
- [35] *“El edificio: Presentación”* - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2 (URL: <http://edificio-lucia.blogspot.com/p/2-diseno-bioclimatico.html> ).
- [36] *“Biomasa como recurso energético en Castilla y León (España)”* por G. Antolín, R. Irusta, E. Velasco, J. Carrasco, E. González y L. Ortíz (URL: [https://doi.org/10.1016/0360-5442\(95\)00106-9](https://doi.org/10.1016/0360-5442(95)00106-9) ).
- [37] *“Biomasa en España. Generación de valor añadido y análisis prospectivo”* - Estudios sobre la Economía Española - 2020/01 por Margarita de Gregorio (APPA Renovables y BIOPLAT) (URL: <https://documentos.fedea.net/pubs/eee/eee2020-01.pdf> ).
- [38] *“El edificio: Presentación”* - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2 (URL: <http://edificio-lucia.blogspot.com/p/2-diseno-bioclimatico.html> ).
- [39] VALBUENA GARCIA, FRANCISCO JOSÉ. “Edificio LUCIA. Edificio para Lanzadera Universitaria de Centros de Investigación Aplicada” Universidad de Valladolid: “Integración fotovoltaica en lucernarios”, pág. 58.
- [40] INFORME SIMULACIÓN ENERGÉTICA EDIFICIO Lanzadera Universitaria de Centro de Investigación Aplicada – LUCIA (URL: <https://www.construction21.org/espana/data/sources/users/882/docs/b03-03-simulacion-equest-lucia.pdf> ).
- [41] *“El edificio: Presentación”* - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2 (URL: <http://edificio-lucia.blogspot.com/p/2-diseno-bioclimatico.html> ).
- [42] VALBUENA GARCIA, FRANCISCO JOSÉ. “Edificio LUCIA. Edificio para Lanzadera Universitaria de Centros de Investigación Aplicada” Universidad de Valladolid: “Mejora de la eficiencia de los sistemas”, pág. 22.
- [43] VALBUENA GARCIA, FRANCISCO JOSÉ. “Edificio LUCIA. Edificio para Lanzadera Universitaria de Centros de Investigación Aplicada” Universidad de Valladolid: “Integración en la política de sostenibilidad”, pág. 74-75.
- [44] *“LUCIA: Edificio público autónomo energético pionero en España”* – BUILD UP. El portal europeo para la Eficiencia Energética, marzo 2016 (URL: <http://www.buildup.eu/en/practices/cases/lucia-pioneer-energy-autonomous-public-building-spain> ).
- [45] VALBUENA GARCIA, FRANCISCO JOSÉ. “Edificio LUCIA. Edificio para Lanzadera Universitaria de Centros de Investigación Aplicada” Universidad de Valladolid: “Certificación LEED y modelización energética”, pág. 38-41.
- [46] VALBUENA GARCIA, FRANCISCO JOSÉ. “Edificio LUCIA. Edificio para Lanzadera Universitaria de Centros de Investigación Aplicada” Universidad de Valladolid: “Un proyecto singular e innovador”, pág. 8.
- [47] *“El edificio: Presentación”* - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2 (URL: <http://edificio-lucia.blogspot.com/p/2-diseno-bioclimatico.html> ).

## 9.2. FIGURAS

[FIG. 1] Modelo de evolución en caso de no existir intervención. Modelo basado en las previsiones del programa World-3 (Meadows et al., 1972). Fuente: Informe Meadows, 1972.

[FIG. 2] Aspectos principales del desarrollo sostenible. Fuente: Elaboración propia.

[FIG. 3] Principales Hitos de la Construcción Sostenible. Fuente: Elaboración propia.

[FIG. 4] Impacto del sector de la construcción. Fuente: “Huella de Carbono en el Sector de la Construcción” - Informe de ACR.

[FIG. 5] Biblioteca Comunitaria de Bishan. Fuente Plataforma Arquitectura.

[FIG. 6] Torre Iberdrola de Bilbao. Fuente: Plataforma Arquitectura.

[FIG. 7] “Museo del Mañana” de Río. Fuente: Plataforma Arquitectura.

[FIG. 8] Edificio Pixel de Australia. Fuente: Archidaily.

[FIG. 9] Las tres R de la ecología. Fuente: “Acciones para disminuir el impacto ambiental” por Vanessa Nava - marzo, 2019. Sólo quién lo vive.

[FIG. 10] Ciclo de Vida de un edificio (ACV). Fuente: Elaboración propia.

[FIG. 11] Tipos de recursos. Fuente: Elaboración propia.

[FIG. 12] Captación de energía solar y sistemas de sombreado. Fuente: Elaboración propia.

[FIG. 13] Tipos de energías renovables alternativas. Fuente: ENERGÍAS ALTERNATIVAS » Qué son, Importancia, Tipos. Cumbre Pueblos, feb. 2019.

[FIG. 14] Esquema de aprovechamiento del agua. Fuente: Elaboración propia.

[FIG. 15] Análisis de Ciclo de Vida de los materiales (ACV). Fuente: Elaboración propia.

[FIG. 16] Certificaciones ambientales de edificios en el mundo. Fuente: Certificaciones ambientales de edificios. Su contribución a la transformación del sector de la edificación. EcoHabitar-Actualidad.

[FIG. 17] Principios del estándar Passivhaus. Fuente: ¿Qué es una edificación Passivhaus? Principios básicos y beneficios: Los 5 principios básicos del Passivhaus – Evalore.

[FIG. 18] Niveles de certificación del estándar Passivhaus. Fuente: Criterios para los Estándares Casa Pasiva, EnerPHit y PHI edificio de baja demanda energética. Passive House Institute.

[FIG. 19] Edificios Passive House en el mundo. Fuente: Certified Buildings Map.

[FIG. 20] Edificios Passive House en Europa. Fuente: Certified Buildings Map.

[FIG. 21] Edificios Passive House en España. Fuente: Certified Buildings Map.

[FIG. 22] Edificio Dotacional en Olloki, Navarra, 2019. Fuente: Plataforma de Edificación Passivhaus.

[FIG. 23] Categorías de puntuación BREEAM. Fuente: ZERO Consulting. Eficiencia energética y sostenibilidad.

[FIG. 24] Certificaciones BREEAM en el mundo. Fuente: Explora BREEAM: Explore los datos detrás de los Proyectos BREEAM – Mapa.

[FIG. 25] Edificios BREEAM en España. Fuente: Mapa de edificios sostenibles BREEAM en España.

[FIG. 26] Certificados BREEAM en España por tipo de edificación. Fuente: EspaiEnergy – BREEAM vs LEED.

[FIG. 27] Edificio Cine (Centro de Innovación Norvento Enerxía). Fuente: Construible.es

[FIG. 28] Categorías de puntuación VERDE. Fuente: ZERO Consulting. Eficiencia energética y sostenibilidad.

[FIG. 29] Edificios VERDE en España. Fuente: GBCe – Edificios verdes.

[FIG. 30] Nuevo Edificio de Plasencia, Cáceres. Fuente: MMN Arquitectos.

[FIG. 31] Categorías de puntuación DGNB. Fuente: ZERO Consulting. Eficiencia energética y sostenibilidad.

[FIG. 32] Edificios DGNB en el mundo. Fuente: DGNB System.

[FIG. 33] Edificios DGNB en Europa. Fuente: DGNB System.

[FIG. 34] Edificios DGNB en España. Fuente: DGNB System.

[FIG. 35] Edificios ARAG de Barcelona. Fuente: Movinord. Estudio de casos.

[FIG. 36] Casa Vita, España. Fuente: Arquitectura y diseño- La arquitectura pasiva se activa en España.

[FIG. 37] Categorías en las que se organizan los principios de WELL. Fuente: “¿En qué consiste la certificación WELL?” – Evalore.

[FIG. 38] Hotel ZEM Altea, Costa Blanca, Alicante. Fuente: ZERO Consulting. Eficiencia energética y sostenibilidad.

[FIG. 39] Categorías y puntuaciones de LEED. Fuente: US Green Building Council.

[FIG. 40] El edificio LUCIA en el Campus de la Universidad de Valladolid. Fuente: “La UVA inicia su primer edificio sostenible en el Miguel Delibes” – El Mundo, may, 2011.

[FIG. 41] Accesos peatonales (verde oscuro) y rodados (verde claro) al edificio. Fuente: Elaboración Propia.

[FIG. 42] Envoltente del edificio LUCIA. Fuente: “El edificio LUCIA de la UVA, certificado el más sostenible de Europa y segundo de todo el mundo” Europa Press-Castilla y León, abr. 2015.

[FIG. 43] Esquema de los sistemas bioclimáticos aplicados al edificio. Fuente: “Estrategias: Diseño Bioclimático” - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2.

[FIG. 44] Detalle constructivo del tipo de cubierta del edificio LUCIA. Fuente: Elaboración propia.

[FIG. 45] Planta tipo. Efecto dentado en el diseño de huecos para reorientar los huecos en fachadas Norte-Este y Sur-Oeste) + Diente de sierra y parasoles para producir efecto de auto sombra. Fuente: “Estrategias: Diseño Bioclimático” - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2.

[FIG. 46] Resumen comparativo de iluminación directa entre diversos edificios de referencia y LUCIA. Fuente: “Estrategias: Orientación e iluminación” - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2.

[FIG. 47] Sistema de pozos de luz a los despachos. Fuente: *“Estrategias: Orientación e iluminación”* - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2.

[FIG. 48] Sistema de cogeneración a través de fuentes de energía renovables. Fuente: *“Estrategias: Energía nula: cogeneración”* - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2.

[FIG. 49] Categorías de diseño de los sistemas fotovoltaicos. Fuente: *“Estrategias: Integración otras energías renovables: Fotovoltaica y Geotérmica”* - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2.

[FIG. 50] Lucernarios en núcleos de comunicación. Fuente: *“Edificio LUCÍA: arquitectura de energía nula”*, IS-ARQUITECTURA-Prefab, marzo, 2013.

[FIG. 51] Fachada fotovoltaica sureste. Fuente: *“Edificio de Energía Casi Nula con integración de energías renovables y generación energética autosuficiente para el sector terciario: Edificio LUCIA”* – Construable.es, oct, 2014.

[FIG. 52] Esquemas de ventilación: verano. Fuente: *“Estrategias: Integración otras energías renovables: Fotovoltaica y Geotérmica”* - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2.

[FIG. 53] Esquemas de ventilación: invierno. Fuente: *“Estrategias: Integración otras energías renovables: Fotovoltaica y Geotérmica”* - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2.

[FIG. 54] Sección axonométrica. Pozos de luz, aparcamiento abierto y central de biomasa. Fuente: *“Estrategias: Diseño Bioclimático”* - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2.

[FIG. 55] Gestión de residuos en la fase de construcción. *“Estrategias: Gestión de Residuos”* - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2.

[FIG. 56] Gestión de residuos en la fase de utilización. *“Estrategias: Gestión de Residuos”* - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2.

[FIG. 57] Gestión de residuos en la fase de demolición. *“Estrategias: Gestión de Residuos”* - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2.

[FIG. 58] Esquema de gestión del agua. *“Estrategias: Recuperación de agua”* - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2.

[FIG. 59] Mapa de localización de servicios en un radio de 1 Km. Fuente: Elaboración propia.

[FIG. 60] Mapa de localización de transporte público (paradas de autobús, taxi, tren) en un radio de 400-800 m. Fuente: Elaboración propia.

[FIG. 61] Localización de zona de aparcamiento de bicicletas en planta sótano y vestuarios en PB, P1 y P2. Fuente: Elaboración propia.

[FIG. 62] Localización de zona de estacionamiento de vehículos de baja emisión y vehículos de uso compartido en planta sótano. Fuente: Elaboración propia.

[FIG. 63] Zona de aparcamiento en planta sótano. Fuente: Elaboración propia.

[FIG. 64] Localización de almacenaje de aguas pluviales en planta sótano. Fuente: Elaboración propia.

[FIG. 65] Pavimento de rejilla abierta filtrante. Fuente: C. Patricia Vallelado y Arturo Vicente.

[FIG. 66] Cubierta tipo “Sedum”. Fuente: C. Patricia Vallelado y Arturo Vicente.

[FIG. 67] Iluminación nocturna de LUCIA. Fuente: “LUCIA (Lanzadera Universitaria de Centros de Investigación Aplicada)” – Construcción21 Internacional. Estudio de Casos.

[FIG. 68] Ventilación de pozos canadienses. Fuente: C. Patricia Vallelado y Arturo Vicente.

[FIG. 69] Localización de zona almacenaje de residuos en planta sótano y depósito de materiales para recilar en PB, P1 y P2. Fuente: Elaboración propia.

[FIG. 70] Sistema de ventilación y climatización con rejillas y luminarias. Fuente: C. Patricia Vallelado y Arturo Vicente.

[FIG. 71] Sistema personal de limpieza ante partículas contaminantes. Fuente: C. Patricia Vallelado y Arturo Vicente.

[FIG. 72] Iluminación natural de las estancias. Fuente: C. Patricia Vallelado y Arturo Vicente.

[FIG. 73] Vistas de las estancias. Fuente: C. Patricia Vallelado y Arturo Vicente.

### 9.3. TABLAS

[TABLA 1] Principales modelos de eco-etiquetado. Fuente: “Análisis del Ciclo de Vida (ACV), Ecoetiquetas y Declaraciones Ambientales de Producto” – Sustant.

[TABLA 2] Inventario de Legislación Europea. Fuente: Libro de Actas del 3º Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes.

[TABLA 3] Inventario de Legislación Española. Fuente: Libro de Actas del 3º Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes.

[TABLA 4] Diferentes certificaciones, logo y procedencia en el mundo y en Europa. Fuente: “Green Buildig Rating Systems: ¿Cómo evaluar la sostenibilidad en la edificación?” – ihobe, marzo, 2010.

[TABLA 5] Número de edificios certificados según un estándar de construcción de Minergie. Fuente: MINERGIE.

[TABLA 6] Tabla comparativa de construcciones en el mundo y en España según certificación. Fuente: Elaboración propia.

[TABLA 7] Algunos ejemplos de construcciones LEED. Fuente: elaboración propia.

[TABLA 8] Valores del rendimiento de la envolvente del edificio. Fuente: “LUCIA: Edificio público autónomo energético pionero en España” – BUILD UP. El portal europeo para la Eficiencia Energética, marzo 2016

[TABLA 9] Coeficientes de transmisión térmica empleados en el edificio LUCIA en comparación con los exigibles según CTE y ASHRAE. Fuente: “Estrategias: Diseño Bioclimático” - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2.

[TABLA 10] Balance entre coste, ahorro energético y económico de la producción de origen renovable incorporadas en el edificio según el sistema DOE-2 de cálculos y análisis de coste y programa E-Quest. Fuente: “Estrategias: Integración otras energías renovables: Fotovoltaica y Geotérmica” - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO2.

[TABLA 11] Energía demandada por las necesidades del edificio. Fuente: “LUCIA (Lanzadera Universitaria de Centros de Investigación Aplicada)” – Construcción21 Internacional. Estudio de Casos.

[TABLA 12] Valores del consumo de los diferentes tipos de aguas. Fuente: “LUCIA (Lanzadera Universitaria de Centros de Investigación Aplicada)” – Construcción21 Internacional. Estudio de Casos.

[TABLA 13] Referencia catastral de la parcela del edificio LUCIA. Fuente. Catastro.

## 9.4. GRÁFICAS

[GRAF. 1] Residuos generados por sectores de actividad y hogares en % del año 2017. Fuente: Instituto Nacional de Estadística. Cuentas medioambientales: Cuenta de los residuos. Año 2017. Publicado el 29 de Noviembre de 2019.

[GRAF. 2] Composición de los residuos de construcción y demolición. Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de 2014.

[GRAF. 3] Proyectos WELL. Fuente: Anthesis Lavola.

[GRAF. 4] Cantidad de construcciones en el mundo según certificación. Fuente: Elaboración propia.

[GRAF. 5] Cantidad de construcciones en España según certificación. Fuente: Elaboración propia.

[GRAF. 6] Reducción de la demanda de refrigeración en kWh/m<sup>2</sup>año con el efecto de auto sombreado entre los diversos edificios de referencia y LUCIA. Fuente: “Estrategias: Orientación e iluminación” - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO<sub>2</sub>.

[GRAF. 7] Reducción de la demanda energética de iluminación entre los diversos edificios de referencia y LUCIA. Fuente: “Estrategias: Orientación e iluminación” - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO<sub>2</sub>.

[GRAF. 8] Comparativa de los sistemas de iluminación, de un edificio normal y el edificio LUCIA. Fuente: Informe de simulación energética con el sistema DOE-2 de cálculos energéticos y análisis de costes y el programa EQUSET 3.64.

## 9.5. ANEXOS

[ANEXO 1] Tabla comparativa por categorías de las distintas certificaciones. Fuente: elaboración propia.

[ANEXO 2] Tablas de créditos asignados por categorías a cada uno de los sistemas de certificación LEED. Fuente: Elaboración propia.

[ANEXO 3] Documentación gráfica – Plantas. Fuente: Reglamento de Distribución, Uso y Funcionamiento del Edificio “Lanzadera Universitaria de Centros de Investigación Aplicada” de la Universidad de Valladolid.

[ANEXO 4] Resultados de la certificación VERDE. Fuente: “Descargas: Certificaciones” - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO<sub>2</sub>.

[ANEXO 5] Certificación energética del edificio LUCIA. Fuente:

[ANEXO 6] Resumen y datos de la simulación de E-Quest. Apartado comparativo 4.4. Fuente: “Descargas: Certificaciones” - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO<sub>2</sub>.

[ANEXO 7] Resultados de la certificación y créditos LEED en el edificio LUCIA. Fuente: “Descargas: Certificaciones” - Edificio LUCIA – Universidad de Valladolid: Edificio de energía nula, edificio cero emisiones CO<sub>2</sub> y “LUCIA (Lanzadera Universitaria de Centros de Investigación Aplicada)” – Construcción21 Internacional. Estudio de Casos.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

### Desarrollo sostenible:

- “*Crónica de una muerte anunciada. Una revisión de Los límites del crecimiento*” [Internet] Biblioteca CF+S. Ciudades para un futuro más sostenible. ZAPIAIN AIZPURU. Madrid. Fecha de publicación: 08 diciembre 2010. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n46/amzap.html>
- “*Cuentas medioambientales: Cuenta de los residuos. Año 2017*” [Informe] INE. Instituto Nacional de Estadística. Notas de prensa. Fecha de publicación: 29 noviembre 2019. Disponible en: [https://www.ine.es/prensa/cma\\_2017\\_res.pdf](https://www.ine.es/prensa/cma_2017_res.pdf)
- “*Evolución del concepto de desarrollo sostenible a través del análisis de las resoluciones de la Asamblea General de Naciones Unidas*” por García, María del Pilar. Fecha de publicación: julio 2012. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/326548836\\_Evolucion\\_del\\_concepto\\_de\\_desarrollo\\_sostenible\\_a\\_traves\\_del\\_analisis\\_de\\_las\\_resoluciones\\_de\\_la\\_Asamblea\\_General\\_de\\_Naciones\\_Unidas](https://www.researchgate.net/publication/326548836_Evolucion_del_concepto_de_desarrollo_sostenible_a_traves_del_analisis_de_las_resoluciones_de_la_Asamblea_General_de_Naciones_Unidas)
- “*La Eficiencia y Desarrollo Sostenible como herramientas de Bienestar*” [Internet]. IMF Blog de Desarrollo Sostenible. 04 febrero 2015. Disponible en: <https://blogs.imf-formacion.com/blog/desarrollo-sostenible/desarrollo-sostenible/la-eficiencia-y-el-desarrollo-sostenible-como-herramientas-para-el-bienestar-social/>
- “*Economía y Sostenibilidad*” [artículo en línea]. OEI. Programa de Acción Global. Un compromiso Renovado por la Educación para la Sostenibilidad. VILCHES, A., GIL PÉREZ, D., TOSCANO, J.C. y MACÍAS, O. Fecha de publicación: 2014. ISBN 978-84-7666-213-7. Disponible en: <https://www.oei.es/historico/decada/accion.php?accion=3>
- “*El Futuro de la Sostenibilidad*” [Internet] ]. OEI. Programa de Acción Global. Un compromiso Renovado por la Educación para la Sostenibilidad. ADAMS, W.M. Fecha de publicación: 22 mayo 2006. Disponible en: [www.oei.es › portadas › iucn\\_future\\_of\\_sustainability\\_sp](http://www.oei.es/portadas/iucn_future_of_sustainability_sp)
- “*Los límites del crecimiento*” [Internet] Manual Básico. La economía de mercado: virtudes e inconvenientes. Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/14002996/helvia/aula/archivos/repositorio/250/271/html/economia/18/18-4.htm>
- “*Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el predicamento de la Humanidad*” [informe] MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J. y BEHRENS, W. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/gi/mve/daee/tmzapiain.pdf>
- “*Niveles de desarrollo y efectos sobre el medio ambiente*” [documento] Dialnet. Fecha de publicación: septiembre-octubre 2001. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2898306>
- “*Resoluciones Aprobadas por la Asamblea General Durante el 24º Período de Sesiones*” [Internet] Asamblea General de las Naciones Unidas. Disponible en: <https://www.un.org/es/documents/ag/res/24/ares24.htm>

### Construcción sostenible:

- “*Arquitectura sustentable*” [Internet] Arquitectura Penitenciaria. MONTOYA, S. Fecha de publicación: 2014. Disponible en: <http://www.arquitecturapenitenciaria.com/arquitectura-sustentable#:~:text=La%20arquitectura%20sustentable%20se%20centra,y%20otras%20variedades%20vegetales%20acu%C3%A1ticas.>
- “*Aproximación a la regulación en España de construcciones sostenibles y soluciones eco-eficientes*” [documento] Libro de Actas del 3er Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes. CASTILLA GUERRA, J., AGUDO MARTINEZ, A. Disponible en: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/58537/Jer%C3%B3nimo%20Castilla%20Guerra%20%28espa%29.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- “*Arquitectura sustentable: origen, principios, aplicaciones, materiales*” [Internet] lifeder.com. CASTRO, M. Fecha de publicación: 2019. Disponible en: [https://www.lifeder.com/arquitectura-sostenible/#Principios\\_de\\_la\\_arquitectura\\_sostenible](https://www.lifeder.com/arquitectura-sostenible/#Principios_de_la_arquitectura_sostenible)

- *“Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción”* [Internet] Argos. Redacción 360 en Concreto. Disponible en: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion>
- *“Construcción sostenible”* [Internet] Construmática-Construpedia. Construable.es Todo Sobre Construcción Sostenible. Disponible en: [https://www.construmatica.com/construpedia/Construcci%C3%B3n\\_Sostenible](https://www.construmatica.com/construpedia/Construcci%C3%B3n_Sostenible)
- *“Construcción Sostenible. Edificios verdes y la Certificación Carbono Neutro”* [Internet] Sostenibilidad y Cambio Climático. Fecha de publicación: agosto 2016. Disponible en: [http://www.atwog.com/downloads/noticias/const\\_sost.pdf](http://www.atwog.com/downloads/noticias/const_sost.pdf)
- *“Decrecimiento: camino hacia la sostenibilidad. Generar valor, y felicidad, reduciendo la utilización de materia y energías”* [artículo en internet] GISBERT AGUILAR, P. Fecha de publicación: 2007-2008. Disponible en: [http://titulaciongeografia-sevilla.es/contenidos/profesores/materiales/archivos/Pepa\\_Decrecimiento.pdf](http://titulaciongeografia-sevilla.es/contenidos/profesores/materiales/archivos/Pepa_Decrecimiento.pdf)
- *Desarrollo y cooperación económica internacional: medio ambiente. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo* [documento] Asamblea General de las Naciones Unidas. Fecha de publicación: 04 agosto 1987. Disponible en: [http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE\\_LECTURE\\_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf](http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf)
- *“Difusión y evolución de los certificados de sostenibilidad en la edificación y factores condicionantes”* [Internet] I Congreso de Edificios de Energía Casi Nula. REQUENA-RUIZ, I.; CARO, C.; FERNANDEZ-HERRENO, J. y CASTILLO GUILLÉN, V. Fecha de publicación: mayo 2012. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/232724028\\_Difusion\\_y\\_evolucion\\_de\\_los\\_certificados\\_de\\_sostenibilidad\\_en\\_la\\_edificacion\\_y\\_factores\\_condicionantes](https://www.researchgate.net/publication/232724028_Difusion_y_evolucion_de_los_certificados_de_sostenibilidad_en_la_edificacion_y_factores_condicionantes)
- *Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios.* Diario Oficial nº L001 de 04/01/2003 p. 0065-0071. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32002L0091&from=EN>
- *“Edificios son responsables de hasta un 35% de las emisiones de CO2 a nivel mundial [artículo de internet]* Revista EMB Construcción. Fecha de publicación: octubre 2012. Disponible en: <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=1961&ni=edificios-son-responsables-de-hasta-un-35-de-las-emisiones-de-co2-a-nivel-mundial>
- *“Hacia la sostenibilidad climática”* [Internet] ASCECO. Arquitectura –sostenible e Ingeniería Verde. Fecha de publicación: 12 mayo 2012. Disponible en: <https://www.asceco.es/hacia-la-sostenibilidad-climatica>
- *“Impactos Ambientales en el Sector de la Construcción”* [Internet] Construmática. Construpedia según el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña - ITeC en la publicación Buenas Prácticas Ambientales en las Obras de Construcción. Disponible en: [https://www.construmatica.com/construpedia/Impactos\\_Ambientales\\_en\\_el\\_Sector\\_de\\_la\\_Construcci%C3%B3n](https://www.construmatica.com/construpedia/Impactos_Ambientales_en_el_Sector_de_la_Construcci%C3%B3n)
- *“La arquitectura (verde) como aliada”* [internet] ETHIC. Ciudades. ESPINO, A. Fecha de publicación: 23 enero 2018. Disponible en: <https://ethic.es/2018/01/arquitectura-contra-cambio-climatico/>
- *“La construcción ambiental. Consumo de recursos naturales”* [revista online] Calameo. SANTANA BARROS, L. A. Fecha de publicación: 06 marzo 2018. Disponible en: <https://es.calameo.com/read/005499981ee518c8a57d8>
- *“La construcción sostenible. El estado de la cuestión”* [Internet] Biblioteca CF+S. Ciudades para un futuro más sostenible. ALAVEDRA, P., DOMINGUEZ, J., GONZALO, E. y SERRA, J. Edita: Instituto. Juan de Herrera. Fecha de publicación: 27 junio 1997. Fecha de edición: 31 enero 1998. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n4/apala.html>
- *“La Construcción Sostenible: Planeta - Personas Progreso: un enfoque nuevo y más global para el Sector de la Construcción”* [Internet]. Disponible en: <https://www.isover.es/sostenibilidad/la-construccion-sostenible>
- *“La construcción sostenible. Una mirada estratégica”* [ponencia internet] conTART09. CASANOVAS X. Barcelona. Fecha de publicación: febrero 2009. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/11004/ponencia-marco-sostenibilidad.pdf>

- *“La edificación como elemento clave en la sostenibilidad”* [Internet]. TecnoHotel. Fecha de publicación: 16 febrero 2020. Disponible en: <https://www.tecnohotelnews.com/2020/02/16/edificacion-factor-clave-sostenibilidad/>
- *“La eficiencia energética”* [Internet] EUR-Lex. Fecha última revisión: 11 enero 2019. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/LSU/?uri=celex:32012L0027#:~:text=El%20objetivo%20de%20la%20Directiva%202012%2F27%2FUE%20era%20mejorar,de%20eficiencia%20energ%C3%A9tica%20para%20lograrlo.>
- *“¡La energía gris de la construcción, la cara oculta del sector!”* [Internet] Ecología.net. LEFÈVRE, P. Fecha de publicación: 22 enero 2018. Disponible en: <https://www.ecologia.net/Energ%C3%ADa-gris-a-la-edificio-y-de-edificios-cara-cach%C3%A9-del-sector/>
- *“Materiales de construcción que no contaminan”*.-iKonstrucion [Internet] iElektro. por RODRÍGUEZ J. Fecha de publicación: 02 diciembre 2019. Disponible en: <https://ielektro.es/2019/12/02/materiales-construccion-no-contaminan/#:~:text=Se%20necesitan%20m%C3%A1s%20de%202,hogar%20medio%20durante%2050%20a%C3%B1os>
- *“¿Qué es la Eficiencia Energética en la construcción de edificios y viviendas?”* [Internet] arquima. Fecha de publicación: 06 marzo 2018. Disponible en: <https://www.arquima.net/que-es-la-eficiencia-energetica-en-la-construccion-de-edificios-y-viviendas/>
- *“Una mirada al mundo actual”* [Internet] ITec. Disponible en: <https://itec.es/servicios/productos-sostenibles/>

#### Certificados energéticos:

- *“5 certificados de construcción sostenible”* [Internet] Slowhaus. Expertos en passivhaus. Fecha de publicación: 18 diciembre, 2018. Disponible en: <http://slowhaus.es/5-certificados-construccion-sostenible/>
- *“Certificaciones ambientales de edificios. Su contribución a la transformación del sector de la edificación”* [Internet] EcoHabitar Actualidad. Disponible en: <https://ecohabitar.org/certificaciones-ambientales-de-edificios-2/>
- *“Certificaciones energéticas”* [Internet] efENERGIA. Disponible en: <https://www.efenergia.com/certificado-de-eficiencia-energetica/>
- *“Certificaciones LEED, BREEAM, VERDE y WELL”* [Internet] ISOVER Saint-Gobain. Disponible en: <https://www.isover.es/certificaciones-leed-breeam-verde-y-well>
- *“Certificaciones sostenibles: ¿Cuál es la más adecuada para tu proyecto?”* [Internet] ZEROConsulting.com, GARCIA CIFRE. A. Fecha de publicación: 11 enero 2016. Disponible en: <https://blog.zeroconsulting.com/comparativa-certificaciones-sostenibilidad>
- *“Certificados”* [Internet] ArquitecturaSostenible. Disponible en: <https://arquitectura-sostenible.es/certificados/>
- *“Certificados para Construcción Sostenible PASSIVHAUS, BREEAM, LEED y VERDE”* [Internet] inarquia. Fecha de publicación: 10 febrero 2020. Disponible en: <https://inarquia.es/certificados-construccion-sostenible>
- *“Edificios en evaluación: 12 certificaciones de construcción sostenible”* [Internet] Plataformaarquitectura.cl. SOUZA, E. Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/946382/edificios-en-evaluacion-12-certificaciones-de-construccion-sostenible-que-debes-conocer>
- *“Green Building Rating Systems: ¿Cómo evaluar la sostenibilidad en la edificación?”* [documento] ihobe. Fecha de publicación: 30 abril 2010. Disponible en: <https://www.ihobe.eus/publicaciones/green-building-rating-systems-como-evaluar-sostenibilidad-en-edificacion>
- *“Sostenibilidad: estándares, calificación y certificación energética de edificios, y software”* [Internet]. Certificadosenergeticos.com. por SERRANO YUSTE, P. Fecha de publicación: 05 septiembre 2014. Disponible en: <https://www.certificadosenergeticos.com/sostenibilidad-diseno-verde-estandares-calificacion-certificacion-energetica-edificios>

**PASSIVHAUS:**

- “¿Cuál es el precio de tener el estándar Passivhaus?” [Internet] ipema. Fecha de publicación: 2019. Disponible en: <https://www.ipema.es/cual-es-el-precio-del-estandar-passivhaus/>
- *Ejemplos PH*. Plataforma de la Edificación Passivhaus. Disponible en: [http://www.plataforma-pep.org/estandar/ejemplos-ph?utf8=%E2%9C%93&year\\_of\\_construction=&building\\_type=&construction\\_type=&construction\\_kind=&comunidad=Castilla+y+Le%C3%B3n&ph\\_example\\_certificate=#canarias](http://www.plataforma-pep.org/estandar/ejemplos-ph?utf8=%E2%9C%93&year_of_construction=&building_type=&construction_type=&construction_kind=&comunidad=Castilla+y+Le%C3%B3n&ph_example_certificate=#canarias)
- “Guía del estándar Passivhaus. Edificios de consumo energético casi nulo” [Internet] Comunidad de Madrid. Fecha de publicación: 2011. Disponible en: <https://passivehouse-international.org/upload/Guia-del-Estandar-Passivhaus-fenercom-2011.pdf>
- *Mapa Passivhaus*. Base de datos Passivhaus. Disponible en: <https://database.passivehouse.com/buildings/map/>
- “¿Qué es una edificación Passivhaus? Principios básicos y beneficios” [Internet] Evalore. MUÑOZ, P. Fecha de publicación: 24 enero 2020. Disponible en: <https://evalore.es/que-es-passivhaus>

**BREEAM:**

- “¿Qué es el certificado BREEAM?” [artículo en internet] JLL. Fecha de publicación: 18 junio 2015. Disponible en: <https://www.jll.es/es/analisis-y-tendencias/espacios-de-trabajo/que-es-el-certificado-breeam>
- “BREEAM Internacional” [Internet] BREEAM®ES Disponible en: <https://breeam.es/internacional/>
- “BREEAM España” [Internet] BREEAM®ES Disponible en: <https://breeam.es/breeam-espana/>
- “BREEAM® ESPAÑA evalúa la sostenibilidad de más de 1.000 proyectos en 10 años” [Internet] BREEAM®ES Fecha de publicación: 04 junio 2020. Disponible en: <http://www.breeam.es/comunicacion/noticias/breeam-espana-evalua-sostenibilidad-mas-de-1-000-proyectos-10-anos>
- “Mapa de edificios sostenibles BREEAM en España” [Internet] Google Maps. Disponible en: [https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?msa=0&hl=es&ie=UTF8&t=h&source=embed&ll=40.9135125064374%2C-0.5493145651454912&spn=9.94971%2C78.134766&z=6&mid=1xrsalqY\\_Or0l4L0lUW1V91OzFg8](https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?msa=0&hl=es&ie=UTF8&t=h&source=embed&ll=40.9135125064374%2C-0.5493145651454912&spn=9.94971%2C78.134766&z=6&mid=1xrsalqY_Or0l4L0lUW1V91OzFg8)

**VERDE:**

- “Edificios certificados VERDE” [Internet] GBCe. Disponible en: [https://gbce.es/edificios/?wpbdp\\_view=all\\_listings](https://gbce.es/edificios/?wpbdp_view=all_listings)
- “¿Qué es VERDE?” [Internet] GBCe. Disponible en: [https://gbce.es/certificacion-verde/que\\_es\\_verde/](https://gbce.es/certificacion-verde/que_es_verde/)
- “VERDE. Un método de evaluación ambiental de edificios” [Internet] GBCe. Disponible en: <https://gbce.es/archivos/ckfinderfiles/Formacion/VERDE%20un%20metodo%20de%20evaluacion.pdf>

**DGNB:**

- *Mapa de edificios certificados DGNB*. DGNB System. Disponible en: <https://www.dgnb-system.de/de/projekte/map.php>
- *Sistema DGNB*. DGNB System. Disponible en: <https://www.dgnb-system.de/de/>

**MINERGIE:**

- *“La arquitectura pasiva se activa en España”* [Internet] Arquitectura y Diseño. QUESADA, D. Fecha de publicación: 11 marzo 2020. Disponible en: [https://www.arquitecturaydiseno.es/pasion-eco/arquitectura-pasiva-activa-espana\\_471/1](https://www.arquitecturaydiseno.es/pasion-eco/arquitectura-pasiva-activa-espana_471/1)
- *“Minergie”* [Internet] ArquitecturaSostenible.org Disponible en: <https://www.arquitecturasostenible.org/conceptos/certificacion/minergie/>
- *“¿Qué es Minergie?”* [Internet] MINERGIE.ch. Disponible en: <https://www.minergie.ch/de/ueber-minergie/uebersicht/>

**WELL:**

- *“Certificación WELL: Sistema de certificación WELL”* [Internet] Cenergetica.es Disponible en: <https://www.cenergetica.es/certificacion-well>
- *“La certificación WELL identifica a los edificios más saludables y confortables”* [Internet] Anthesis Lavola. BAYÉS, C. Fecha de publicación: 15 mayo 2020. Disponible en: <https://www.lavola.com/es/2020/05/15/la-certificacion-well-identifica-a-los-edificios-mas-saludables-y-confortables/>
- *“Health-Safety Rating”* [Internet] WELL. Disponible en: [https://www.wellcertified.com/?utm\\_medium=website&utm\\_source=plataformaarquitectura.cl](https://www.wellcertified.com/?utm_medium=website&utm_source=plataformaarquitectura.cl)

**LEED:**

- *“Certificación LEED”* [Internet] BEA. Bioconstrucción y energía alternativa. Disponible en: <https://bioconstruccion.com.mx/certificacion-leed/>
- *“Estudio de la implementación de sistemas de certificación sostenible en edificación”* [Internet] Master de Eficiencia Energética y Sostenibilidad en Edificación e Instalaciones Industriales. Universidad Jaume. Castellón. ROJO SANCHEZ, M. Fecha de publicación: julio 2014. Disponible en: <http://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/108198>
- *“Modelo de certificación LEED edificios sostenibles”* [Internet] Ovacen. Periodismo al detalle. Disponible en: <https://ovacen.com/modelo-de-certificacion-leed-modelos-sostenibles/>
- *“Certificación LEED”* [Internet] ISOLANA ENERGETICA. Disponible en: <https://www.isolanaahorroenergetico.es/certificacion-leed-certification/>
- *“Sistema de clasificación LEED. El liderazgo en edificios ecológicos es LEED”* [Internet] USGBC. Disponible en: <https://www.usgbc.org/leed>

**LUCIA:**

- *“Envolvente de edificios de alta eficiencia energética. Estudio de dos casos concretos en Valladolid”* [Internet] ETSA. UVaDoc. SANCHA DE LA MATA, P. y RAMON CUETO, G. Fecha de publicación: septiembre 2015. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/14074/TFG-A-027.pdf?sequence=1>
- *“Edificio de Energía Casi Nula con integración de energías renovables y generación energética autosuficiente para el sector terciario: Edificio LUCIA”* [Internet] Construible.es Todo sobre construcción sostenible. VALBUENA GARCIA, F. y GONZALEZ DIAZ, M<sup>a</sup> J. Fecha de publicación: 14 octubre 2014. Disponible en: <https://www.construible.es/comunicaciones/edificio-energia-casi-nula-integracion-energias-renovables-generacion-energetica-autosuficiente-sector-terciario-edificio-lucia>

- *“Edificio LUCIA-Universidad de Valladolid. Edificio de energía nula, edificios cero emisiones CO2”* [Internet] lucia.blogspot  
Gestión del blog: TAMAYO ALONSO, D. Disponible en: <http://edificio-lucia.blogspot.com/p/el-edificio.html>
- *“El edificio Lucia de la Universidad de Valladolid, referente europeo de eficiencia energética”* [Internet] dicyt: Agencia Iberoamericana para la difusión de la ciencia y la tecnología. Fecha de publicación: 17 octubre 2011. Disponible en: <https://www.dicyt.com/noticias/el-edificio-lucia-de-la-universidad-de-valladolid-referente-europeo-de-eficiencia-energetica> .
- *“LUCIA: Edificio público autónomo energético pionero en España”* [Internet] BUILD UP. El portal europeo para la Eficiencia Energética. DAVIS, M. Fecha de publicación: 06 abril 2016. Disponible en: <http://www.buildup.eu/en/practices/cases/lucia-pioneer-energy-autonomous-public-building-spain>
- *“LUCIA (Lanzadera Universitaria de Centros de Investigación Aplicada)”* [Internet] Construction21 International. GILFAUT, V. Disponible en: <https://www.construction21.org/case-studies/es/lucia-lanzadera-universitaria-de-centros-de-investigacion-aplicada.html>
- *“Premios Green Building Solutions: 8 ganadores para inspirar a los profesionales de todo el mundo”* [Internet] Construction21 International. PAPPE, V. Fecha de publicación: 2015. Disponible en: <https://www.construction21.org/articles/fr/green-building-solutions-awards-8-winners-to-inspire-professionals-worldwide.html>
- *“Reglamento de distribución, uso y funcionamiento del edificio “Lanzadera Universitaria de Centros de Investigación Aplicada” de la Universidad de Valladolid”* [Internet] Uva. Fecha de publicación: 02 abril 2014. Disponible en: [https://www.uva.es/export/sites/uva/1.lauva/1.19.normativa/\\_documentos/VIII.-20.-Reglamento-de-distribucion-uso-y-funcionamiento-del-Edificio-LUCIA.pdf](https://www.uva.es/export/sites/uva/1.lauva/1.19.normativa/_documentos/VIII.-20.-Reglamento-de-distribucion-uso-y-funcionamiento-del-Edificio-LUCIA.pdf)
- VALBUENA GARCIA, FRANCISCO JOSÉ. *“Edificio LUCIA. Edificio para Lanzadera Universitaria de Centros de Investigación Aplicada”* Edición 2016. Valladolid. Universidad de Valladolid. Secretariado de publicaciones E I. ISBN: 9788484488583.

## 11. ANEXOS



CRÉDITOS LEED POR CATEGORÍA

PROCESO INTEGRADOR	UBICACION Y TRANSPORTE	SITIOS SOSTENIBLES	EFICIENCIA DEL AGUA	ENERGÍA Y ATMOSFERA	MATERIALES Y RECURSOS	CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR	INNOVACIÓN EN EL DISEÑO	PRIORIDAD REGIONAL			
Proceso Integrador - Planificación y Diseño del Proyecto	P Ubicación para el Desarrollo de Barrios LEED	5 a 20	P Prevención de la Contaminación en la Construcción	P Reducción del Consumo de Agua en el Exterior	P Comisionamiento y Verificación Básicos	P Almacenamiento y Recogida de Productos Reciclables	P Mínima Eficiencia de la Calidad de Aire Interior	P Innovación	1 a 5	Crédito Específico	4
Proceso Integrador	1 Protección de Tierras Susceptibles	1 a 2	P Evaluación Ambiental de la Parcela	P Reducción del Consumo de Agua en el Interior	P Mínima Eficiencia Energética	P Planificación de la Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición	P Control del Humo Ambiental del Tabaco	P Profesional Acreditado LEED	1		
	Parcela de Alta Prioridad	2 a 3	1 Evaluación Ambiental del Sitio	1 Medición del Consumo de Agua por Edificio	P Medición del Consumo de Energía por todo el Edificio	P Reducción de Fuentes de PBT-Mercurio	P Mínima Eficiencia Acústica	P			
	Densidad de los Alrededores y Diversidad de Usos	1 a 6	1 Desarrollo del Sitio - Protección o Restauración del Hábitat	1 Reducción del Consumo de Agua en el Exterior	1 Gestión Básica de Refrigerantes	P Reducción del Impacto del Ciclo de Vida del Edificio	2 Estrategias Avanzadas de Calidad del Aire Interior	1 a 2			
	Acceso a Transporte Público de Calidad	1 a 6	1 Espacios Abiertos	1 Reducción del Consumo de Agua en el Interior	1 Recepción Avanzada	2 Revelación y Optimización de los Productos de Construcción - Declaración Ambiental de Productos	1 Materiales de Baja Emisión	1 a 3			
B D +	Instalaciones para Bicicletas	1 a 3	1 Manejo de Aguas Pluviales	1 Consumo de Agua de la Torre de Enfriamiento	1 Optimización de la Eficiencia Energética	1 Revelación y Optimización de los Productos de Construcción - Fuentes de Materias Primas	1 Plan de Gestión de la Calidad del Aire Interior en la Construcción	1			
	Huella Reducida de Estacionamiento	1 a 2	1 Reducción del Efecto Isla de Calor	1 Medición del Consumo de Agua	1 Medición Avanzada de Energía	1 Revelación y Optimización de los Productos de Construcción - Componentes de los Materiales	1 Evaluación de la Calidad del Aire Interior	1 a 2			
	Vehículos Eficientes	1 a 2	1 Reducción de la Contaminación Lumínica	1	Armonización de la Red	1 Reducción de Fuentes de PBT-Mercurio	1 Confort Térmico	1			
		Plan General de la Parcela	1	1	Producción de la Energía Renovable	1 Reducción de Fuentes de PBT-Plomo, Cadmio y Cobre	2 Iluminación Interior	1 a 2			
		Directrices de Diseño y Construcción para el Inquilino	1	1	Gestión Avanzada de Refrigerantes	1 Muebles y Accesorios Médicos	1 Iluminación Natural	1 a 3			
		Lugares de descanso	1	1		Diseño para Flexibilidad	1 Vistas de Calidad	1 a 2			
		Acceso Directo al Exterior	1	1		Gestión de los Desechos de Construcción y Demolición	1 Eficiencia Acústica	1 a 2			
	Uso Conjunto de Instalaciones	1	1								

PROCESO INTEGRADOR	UBICACION Y TRANSPORTE	SITIOS SOSTENIBLES	EFICIENCIA DEL AGUA	ENERGÍA Y ATMOSFERA	MATERIALES Y RECURSOS	CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR	INNOVACIÓN EN EL DISEÑO	PRIORIDAD REGIONAL		
Proceso Integrador	1 a 2	8 a 18	P Reducción del Consumo de Agua en el Interior	P Puesta en servicio y verificación fundamentales	P Almacenamiento y Recolección de Productos Reciclables	P Mínima Eficiencia de la Calidad de Aire Interior	P Innovación	1 a 5	Crédito Específico	4
	Densidad circundante y usos diversos	1 a 8	1 Reducción del Consumo de Agua en el Interior	2 a 12	P Mínima Eficiencia Energética	P Planificación de la Gestión de los Desechos de Construcción y Demolición	P Control del Humo Ambiental del Tabaco	P Profesional Acreditado LEED	1	
	Acceso a Transporte de Calidad	1 a 7		Gestión Avanzada de Refrigerantes	P Compromiso a largo plazo	1 Estrategias Avanzadas de Calidad del Aire Interior	1 a 2			
	Instalaciones para Bicicletas	1		Recepción Avanzada	4 a 5	P Reducción del Impacto del Ciclo de Vida del Edificio	1 Materiales de Baja Emisión	1 a 3		
I D +	Huella Reducida de Estacionamiento	1 a 2		Optimización de la Eficiencia Energética	1 a 24	P Revelación y Optimización de los Productos de Construcción - Declaración Ambiental de Productos	1 Plan de Gestión de la Calidad del Aire Interior en la Construcción	1		
				Medición Avanzada de Energía	1 a 2	P Revelación y Optimización de los Productos de Construcción - Fuentes de Materias Primas	1 Evaluación de la Calidad del Aire Interior	1 a 2		
				Producción de la Energía Renovable	1 a 6	P Revelación y Optimización de los Productos de Construcción - Componentes de los Materiales	1 Confort Térmico	1		
				Gestión Avanzada de Refrigerantes	1	P Gestión de los Desechos de Construcción y Demolición	1 Iluminación Interior	1 a 2		
							Iluminación Natural	1 a 3		
						Vistas de Calidad	1			
						Eficiencia Acústica	2			

PROCESO INTEGRADOR	UBICACION Y TRANSPORTE	SITIOS SOSTENIBLES	EFICIENCIA DEL AGUA	ENERGÍA Y ATMOSFERA	MATERIALES Y RECURSOS	CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR	INNOVACIÓN EN EL DISEÑO	PRIORIDAD REGIONAL						
O + M	Rendimiento de transporte	6 a 14	Manejo de Aguas Pluviales	1	Rendimiento del agua	6 a 15	Mejores prácticas de gestión de eficiencia energética	P	Política de compras	P	Mínima Eficiencia de la Calidad de Aire Interior	P	Innovación	1
			Reducción del Efecto Isla de Calor	1			Gestión Avanzada de Refrigerantes	P	Política de renovación y mantenimiento de instalaciones	P	Control del Humo Ambiental del Tabaco	P		
			Reducción de la Contaminación Lumínica	1			Rendimiento energético	13 a 33	Gestión de Residuos	3 a 8	Política de Limpieza ecológica	P		
			Evaluación Ambiental del Sitio	1			Gestión Avanzada de Refrigerantes	1	Adquisitivo	1	Rendimiento de calidad ambiental interior	8 a 20		
							Armonización de la Red	1			Limpieza verde	1 a 3		
										Manejo integrado de plagas	1			

PROCESO INTEGRADOR	UBICACION Y TRANSPORTE	SITIOS SOSTENIBLES	EFICIENCIA DEL AGUA	ENERGÍA Y ATMOSFERA	MATERIALES Y RECURSOS	CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR	INNOVACIÓN EN EL DISEÑO	PRIORIDAD REGIONAL									
Proceso Integrador	2	Evitación de inundaciones	P	Prevención de la Contaminación en la Construcción	P	Reducción del Consumo de Agua	P	Mínima Eficiencia Energética	P	Certificado de Madera Tropical	P	Ventilación	P	Calificación preliminar	P	Crédito Específico	4
		Ubicación para el Desarrollo de Barrios LEED	10	Reducción del Efecto Isla de Calor	1	Medición del Consumo de Agua	P	Medición de Energía	P	Gestión de Durabilidad	P	Ventilación de combustión	P	Innovación	1 a 5		
		Selección del Lugar	6	Manejo de Aguas Pluviales	1 a 2	Reducción del Consumo de Agua Total	3 a 15	Educación del propietario. Gestión de inquilinos o edificios	P	Verificación de Gestión de Durabilidad	3	Construcción contaminante de garajes	P	Profesional Acreditado LEED	1		
		Desarrollo compacto	1	Control de Plagas no tóxicas	1 a 2	Reducción del Consumo de Agua en el Interior	1 a 11	Reducción del Consumo de Energía Anual	1 a 36	Revelación y Optimización de los Productos de Construcción - Declaración Ambiental de Productos	1 a 5	Construcción resistente al radón	P				
		Servicio de la comunidad	1			Reducción del Consumo de Agua en el Exterior	1 a 4	Eficiencia del Sistema de Distribución de Agua Caliente	1 a 2	Gestión de Residuos de Construcción	2	Filtrado de aire	P				
		Acceso a Transporte	2					Acreditación de puesta en marcha de HVAC	1	Empleo de materiales eficientes	1 a 2	Compartimentación	P				
								Gestión de Refrigerantes	1			Ventilación mejorada	1 a 3				
												Control de Contaminación	1 a 3				
												Equilibrio de los sistemas de distribución de calefacción y refrigeración	6				
												Materiales de Baja Emisión	4				

PROCESO INTEGRADOR	UBICACION Y TRANSPORTE	SITIOS SOSTENIBLES	EFICIENCIA DEL AGUA	ENERGÍA Y ATMOSFERA	MATERIALES Y RECURSOS	CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR	INNOVACIÓN EN EL DISEÑO	PRIORIDAD REGIONAL									
Proceso Integrador	1 a 2	Ubicación para el Desarrollo de Barrios LEED	20	Prevención de la Contaminación en la Construcción	P	Reducción del Consumo de Agua	P	Comisionamiento y Verificación Básicos	P	Almacenamiento y Recogida de Productos Reciclables	P	Mínima Eficiencia de la Calidad de Aire Interior	P	Innovación	1 a 5	Crédito Específico	4
		Protección de Tierras Susceptibles	2	Evaluación Ambiental del Sitio	1	Medición del Consumo de Agua del Edificio	P	Mínima Eficiencia Energética	P	Planificación de la Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición	P	Ventilación de combustión	P	Profesional Acreditado LEED	1		
		Parcela de Alta Prioridad	1 a 2	Desarrollo del Sitio - Protección o Restauración del Hábitat	1	Reducción del Consumo de Agua	1 a 10	Medición de Energía	P	Reducción del Impacto del Ciclo de Vida del Edificio	1 a 7	Construcción contaminante de garajes	P				
		Densidad de los Alrededores y Diversidad de Usos	1 a 7	Espacios Abiertos	1	Medición del Consumo de Agua	1 a 2	Gestión Básica de Refrigerantes	P	Revelación y Optimización de los Productos de Construcción - Declaración Ambiental de Productos	1 a 6	Construcción resistente al radón	P				
		Acceso a Transporte Público de Calidad	1 a 5	Manejo de Aguas Pluviales	1 a 4			Recepción Avanzada	2	Gestión de los Desechos de Construcción y Demolición	1 a 2	Gestión de la humedad interior	P				
		Instalaciones para Bicicletas	1	Reducción del Efecto Isla de Calor	1 a 2			Optimización de la Eficiencia Energética	1 a 18			Control del Humo Ambiental del Tabaco	P				
		Huella Reducida de Estacionamiento	1	Reducción de la Contaminación Lumínica	1			Monitoreo e informes de energía en todo el edificio	1			Compartimentación	P				
		Vehículos Eficientes	1 a 2	Directrices de Diseño y Construcción para el Inquilino	1			Armonización de la Red	1 a 2			Compartimentación mejorada	1				
								Producción de la Energía Renovable	1 a 5			Ausencia del Humo Ambiental del Tabaco	1				
												Eficiencia de la Calidad de Aire Interior mejorada	1 a 4				
												Materiales de Baja Emisión	1 a 4				
												Confort Térmico	1				
												Iluminación Natural y Vistas de Calidad	1				
												Eficiencia Acústica	1				

H O M E S (uni-familiar)

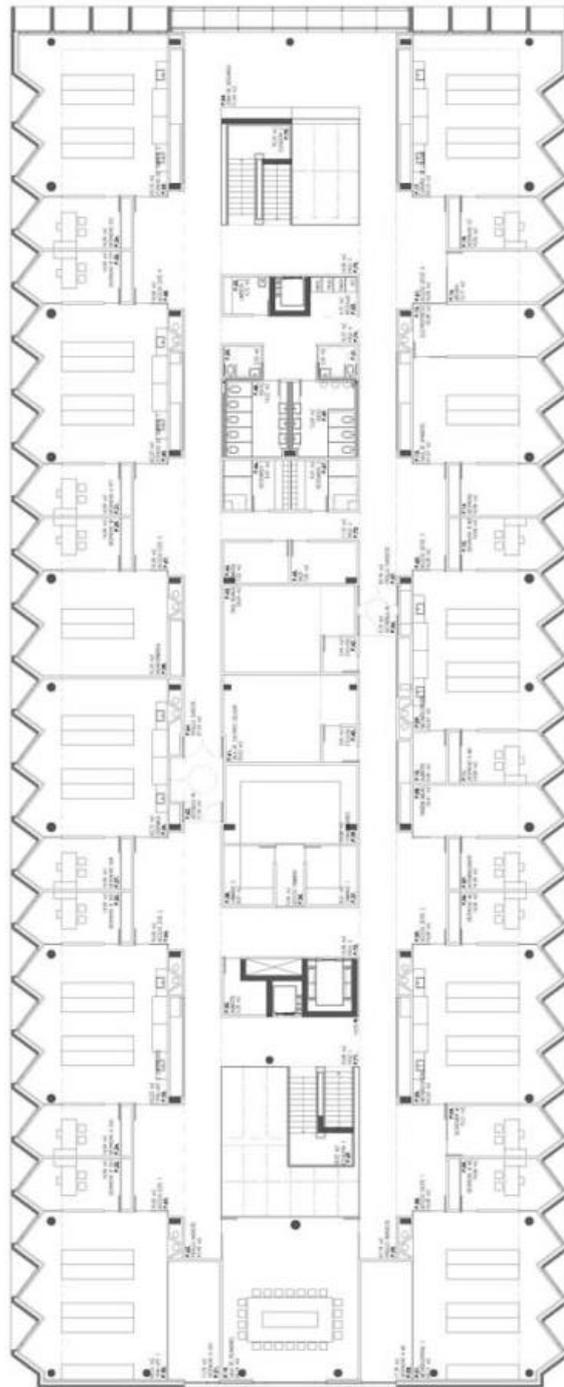
H O M E S (multi-familiar)

		PROCESO INTEGRADOR	UBICACION Y TRANSPORTE	SITIOS SOSTENIBLES	EFICIENCIA DEL AGUA	ENERGÍA Y ATMOSFERA	MATERIALES Y RECURSOS	CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR	INNOVACIÓN EN EL DISEÑO	PRIORIDAD REGIONAL	CALIDAD DE VIDA			
C I U D A N D I E S A D E S Y E S	(Plan Y Diseño)	Proceso integrador de Planificación y Diseño	P Desarrollo Compacto, Mixto y Orientado a la Transmisión	6 Evaluación Ambiental del Sitio	P Gestión integrada del agua	P Acceso al poder, confiabilidad y resiliencia	P Gestión de Residuos de construcción y Demolición	P Innovación	6	Prioridad Regional	4 Evaluación Demográfica	P		
		Incentivos y Política de Construcción Verde	5 Instalaciones para Bicicletas y Peatones	4 Prevención de la Contaminación en la Construcción	P Calidad y Acceso del agua	P Gestión de Emisiones de Energía y Gases de Invernadero	15/19	Gestión de Residuos Sólidos	P			Infraestructura Social	P	
			Acceso al tránsito de calidad	2 Espacios Abiertos	P Gestión de Aguas Pluviales	5 Eficiencia Energética	4	Tratamiento de Residuos Orgánicos	2				Crecimiento Económico	P
			Transporte alternativo	2 Desarrollo del Sitio - Protección o Restauración del Hábitat	5 Gestión de Aguas Residuales	5 Energía Renovable	6	Materiales Reciclados	5				Vivienda Asequible	2
			Política de movilidad y transporte inteligentes	2 Reducción de la Contaminación Luminica	2 Sistema de agua inteligente	2 Economía baja en Carbono	4/-	Suministro responsable de Infraestructura	2				Salud Pública	6
		Sito de alta prioridad	2 Planificación de resiliencia	6		Armonización de la Red	2	Sistema inteligente de Gestión de Residuos	2		Gestión y Respuesta a Emergencias	2		

		PROCESO INTEGRADOR	UBICACION Y TRANSPORTE	SITIOS SOSTENIBLES	EFICIENCIA DEL AGUA	ENERGÍA Y ATMOSFERA	MATERIALES Y RECURSOS	CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR	INNOVACIÓN EN EL DISEÑO	PRIORIDAD REGIONAL	CALIDAD DE VIDA			
C I U D A N D I E S A D E S Y E S  (Este mes)		Liderazgo y Planificación Integradora	1 Transporte Eficiente	6 Evaluación Ambiental del Sitio	P Gestión integrada del agua	P Acceso al poder, confiabilidad y resiliencia	P Gestión de Residuos Sólidos	P Innovación	6	Prioridad Regional	4 Evaluación Demográfica	P		
		Incentivos y Política de Construcción Verde	4 Desarrollo Compacto, Mixto y Orientado a la Transmisión	2 Espacios Abiertos	2 Calidad y Acceso del agua	6 Gestión de Emisiones de Energía y Gases de Invernadero	14/18	Gestión de Residuos	4			Rendimiento de Calidad de Vida	6	
			Acceso al tránsito de calidad	1 Desarrollo del Sitio - Protección o Restauración del Hábitat	2 Gestión de Aguas Pluviales	1 Eficiencia Energética	4	Gestión Especial de las canales de Residuos	1				Mejoras de Tendencias	4
			Transporte alternativo	2 Reducción de la Contaminación Luminica	1 Gestión de Aguas Residuales	2 Energía Renovable	6	Suministro responsable de Infraestructura	2				Patrimonio Distribucional	4
			Política de movilidad y transporte inteligentes	2 Planificación de resiliencia	4 Sistema de agua inteligente	2 Economía baja en Carbono	4/-	Materiales Reciclados	1				Justicia Medioambiental	1
				Sito de alta prioridad	2			Armonización de la Red	2	Sistema inteligente de Gestión de Residuos	2		Accesibilidad a Vivienda y Transporte	2
													Compromiso Cívico y Comunitario	2
											Derechos Civiles y Humanos	1		





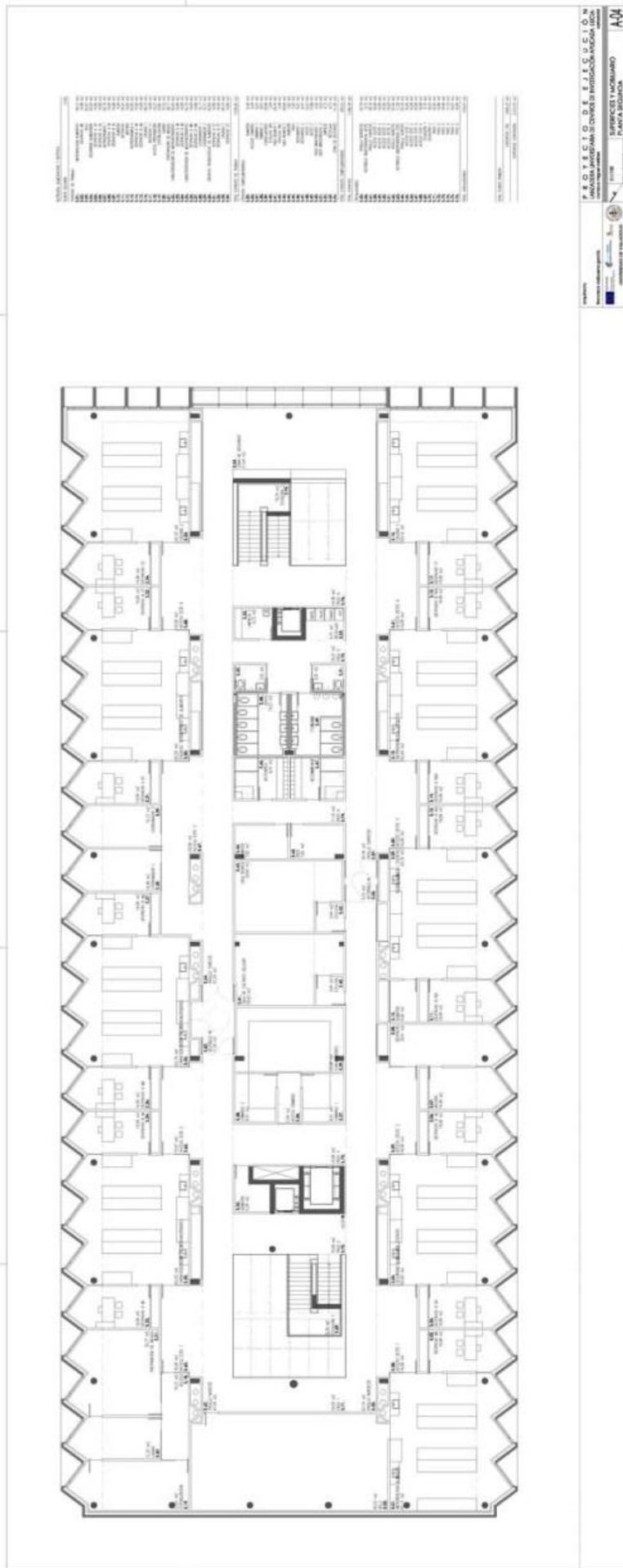


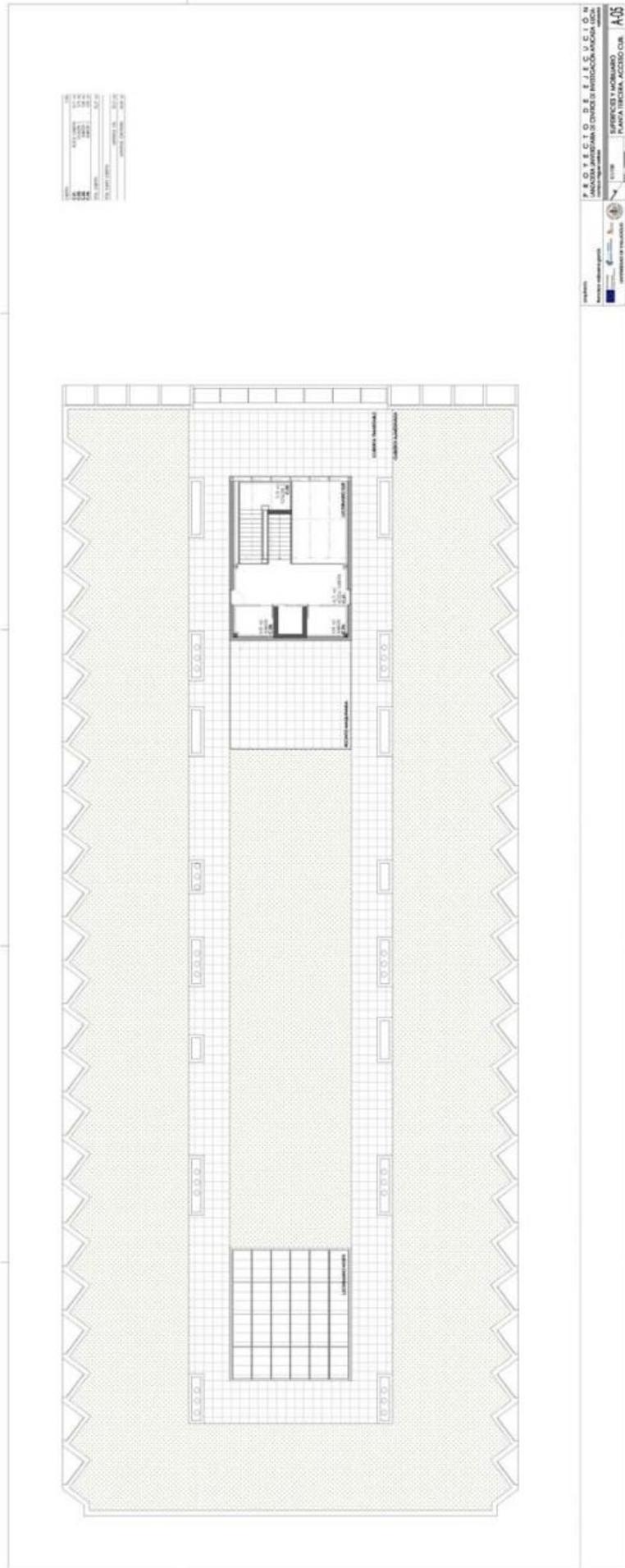
LISTA DE MATERIALES Y CANTIDADES	
1	ALBAÑILERIA
2	MADEIRA
3	ACABADOS
4	INSTALACIONES
5	MOBILIARIO
6	VEHICULOS
7	PLANTAS
8	OTROS

LISTA DE CANTIDADES	
1	100
2	200
3	300
4	400
5	500
6	600
7	700
8	800

PROYECTO DE EJECUCION  
CONSTITUCION DE SISTEMAS DE ENTIBACION Y CLIMATIZACION  
SUPERFICIES Y MONTAJE  
PLANTA PRIMERA  
A.03





CERTIFICACIÓN VERDE

Evaluación del proyecto LUCIA, ESPAÑA

Resultados de la valoración basados en la documentación aportada de la fase de Diseño.

Fase del proyecto  
(Según Archivo Regional)

Fase de  
Diseño

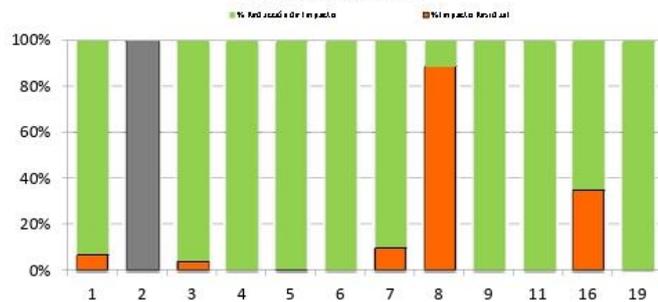
Este es un proyecto de nueva construcción. Tiene un ciclo de vida estimado de 50 años, con los siguientes usos: Oficinas con Aparcamientos ubicado en Valladolid, ESPAÑA

EVALUACIÓN

Resultados de la evaluación Relativa



IMPACTO ABSOLUTO



Resultados de la evaluación Absoluta

#	Los datos estan basados sobre las puntuaciones obtenida en la Auto-evaluación	Indicador/ m2 año	Pesos	Edificio de Referencia	Edificio objeto	Impacto Evitado	% de Reducción de Impacto	% de Impacto	Impacto Evitado Relativo
1	Cambio Climatico	kg CO2eq	27%	75,55	8,38	67,17	92,9%	7,1%	4,6
2	Aumento de las radiacione UV a nivel del suelo	kg CFC11eq	0%	0,00	0,00	0,00	0,0%	100,0%	0,0
3	Perdida de fertilidad	Kg SO2eq	5%	0,0096	0,0004	0,01	96,2%	3,8%	4,8
4	Perdida de vida acuática	kg PO4eq	6%	0,01	0,00	0,01	100,0%	0,0%	5,0
5	Emision de productos foto-oxidantes	kg C2H4eq	8%	0,01	0,00	0,01	99,7%	0,3%	5,0
6	Cambios en la biodiversidad	%	4%	100%	-4%	1,04	100,0%	0,0%	5,0
7	Agotamiento de energia no renovable, energia primaria	MJ	8%	925,95	118,98	806,97	90,3%	9,7%	4,5
8	Agotamiento de recursos no renovable diferente de la energia primaria	kg de Sb	9%	60,16	58,79	1,37	11,4%	88,6%	0,6
9	Agotamiento de aguas potables	m3	10%	0,34	-0,02	0,36	100,0%	0,0%	5,0
11	Generación de residuos no peligrosos	kg	6%	23,35	3,81	19,54	100,0%	0,0%	5,0
16	Salud, bienestar y productividad para los usuarios	%	12%	100%	35%	0,65	65,0%	35,0%	3,3
19	Riesgo financiero o beneficios para los inversores-Coste del Ciclo de Vida	€ (EUR)	5%	36,42	14,34	22,08	100,0%	0,0%	5,0
<b>Impacto Evitado</b>			100%						<b>4,25</b>

## CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

	Calificación Energética de Edificios	Proyecto <b>Edificio LUCIA en Valladolid</b>
		Comunidad Autónoma <b>Castilla - León</b>

## 1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto <b>Edificio LUCIA en Valladolid</b>		
Comunidad Autónoma <b>Castilla - León</b>	Localidad <b>Valladolid</b>	
Dirección del Proyecto <b>Valladolid</b>		
Autor del Proyecto		
Autor de la Calificación		
E-mail de contacto		Teléfono de contacto <b>(null)</b>
Tipo de edificio <b>Oficinas</b>	Cobertura solar mínima CTE-HE 4 (%) <b>0.0</b>	Energía eléct. con renovables (kWh/año) <b>115676.0</b>
Superficie acondicionada (m <sup>2</sup> ) <b>6015.24</b>	Superficie no acondicionada (m <sup>2</sup> ) <b>1700.51</b>	Superficie de plenums (m <sup>2</sup> ) <b>0.00</b>

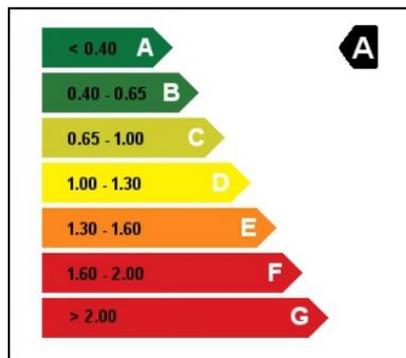
## 2. RESUMEN INDICADORES ENERGÉTICOS ANUALES

Indicador Energético	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Índice	Calificación
Demanda Calef. (kW·h/m <sup>2</sup> )	32.1	62.1	0.52	B
Demanda Refri. (kW·h/m <sup>2</sup> )	53.3	71.0	0.75	C

Emissiones Climat. (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	3.2	25.9	0.12	A
Emissiones ACS (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	0.0	0.0	0.00	A
Emissiones Ilum. (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	3.6	18.3	0.20	A
<b>Emissiones Tot. (kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)</b>	<b>6.8</b>	<b>44.2</b>	<b>0.15</b>	<b>A</b>

Nota: Las demandas y emisiones por metro cuadrado han sido obtenidas utilizando la suma de las superficies acondicionadas y no acondicionadas

## 3. ETIQUETA Y VALORES TOTALES



Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
Energía Final (kWh/año)	591711.8	814708.4
Energía Final (kWh/(m <sup>2</sup> año))	76.7	105.6
En. Primaria (kWh/año)	686517.2	1330746.4
En. Primaria (kWh/(m <sup>2</sup> año))	89.0	172.5
<b>Emissiones (kg CO<sub>2</sub>/año)</b>	<b>52478.8</b>	<b>340862.6</b>
<b>Emissiones (kg CO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>año))</b>	<b>6.8</b>	<b>44.2</b>

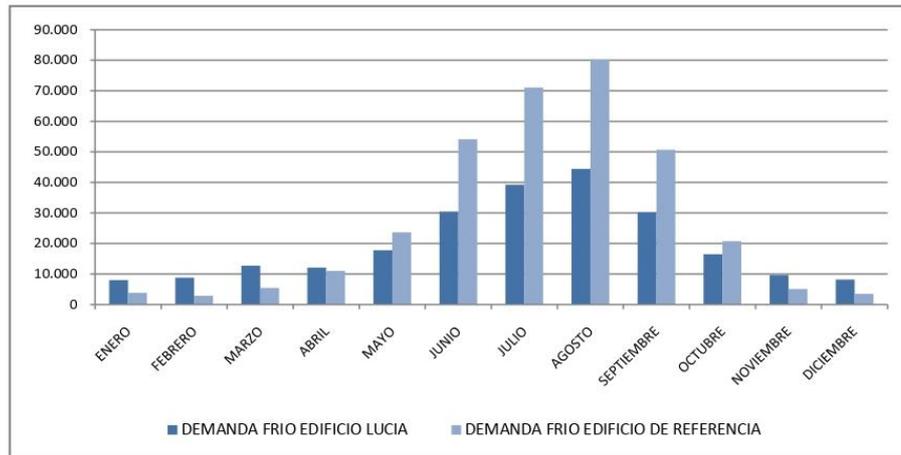
El consumo real de energía del edificio y sus emisiones de dióxido de carbono dependerán de la climatología y de las condiciones de operación y funcionamiento reales del edificio, entre otros factores.

## SIMULACIÓN E-QUEST

### 4.4. COMPARATIVA DE LOS 3 MODELOS

Mostramos a continuación gráficas que permiten un estudio comparativo rápido entre los diversos modelos. Se muestran gráficas de demandas, en los que se comparan los modelos base y propuesto (con o sin cogeneración es igual, la demanda no cambia), y gráficas de consumos, donde se muestran los 3 modelos simulados.

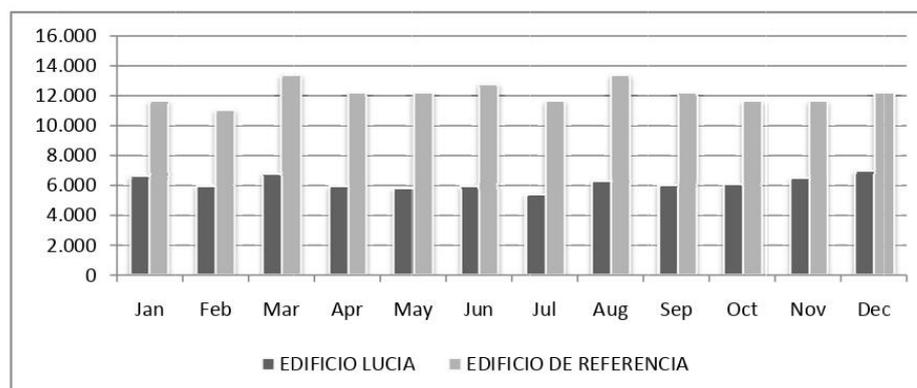
#### DEMANDA DE FRÍO (kWh)



REFRIGERACIÓN	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
LUCIA (kWh)	3.750	4.102	5.889	26.399	33.812	7.764	7.296	8.292	7.501	31.585	4.717	4.190	145.268
REFERENCIA (kWh)	1.750	1.290	2.290	4.280	8.220	17.690	23.820	26.740	16.650	7.460	2.100	1.600	113.890

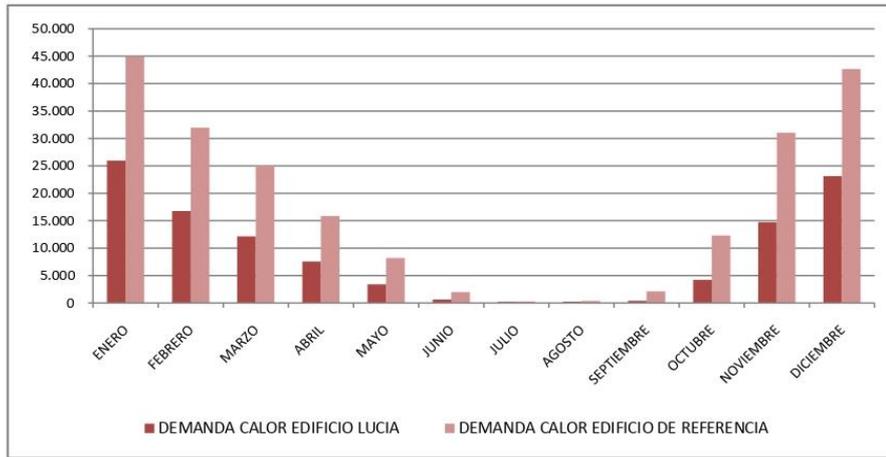
La energía consumida por el edificio LUCIA para refrigeración es térmica (agua caliente para producir frío con la absorción), mientras que la consumida por el edificio de referencia es eléctrica por expansión directa.

#### SISTEMAS DE ILUMINACIÓN (KWH)



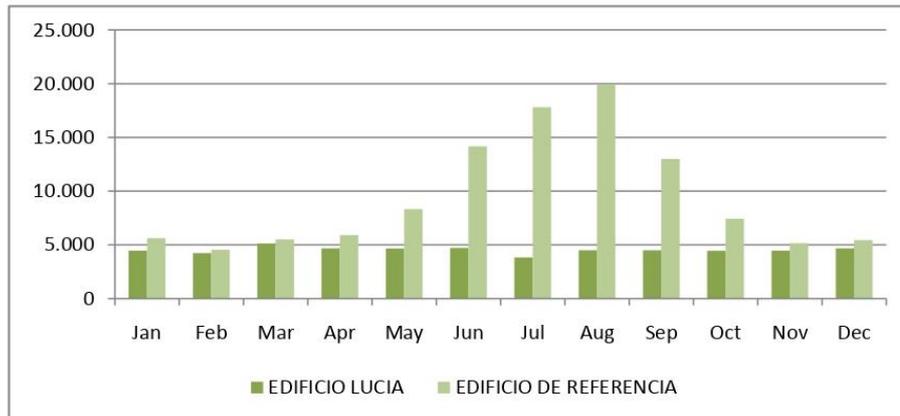
ILUMINACIÓN	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
LUCIA (kWh)	6.640	5.990	6.810	5.960	5.800	5.980	5.420	6.330	6.040	6.070	6.480	6.980	74.490
REFERENCIA (kWh)	11.650	11.070	13.400	12.230	12.230	12.810	11.650	13.400	12.230	11.650	11.650	12.230	146.190

**DEMANDA DE CALOR (kWh)**



CALEFACCIÓN	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
LUCIA (kWh)	3.838	2.813	2.432	9.376	4.278	176	0	0	117	5.303	2.637	3.721	34.662
REFERENCIA (kWh)	60.768	44.594	36.507	24.407	14.474	5.274	1.025	1.348	5.303	19.631	43.657	58.365	315.353

**CONSUMO DE VENTILADORES (kWh)**



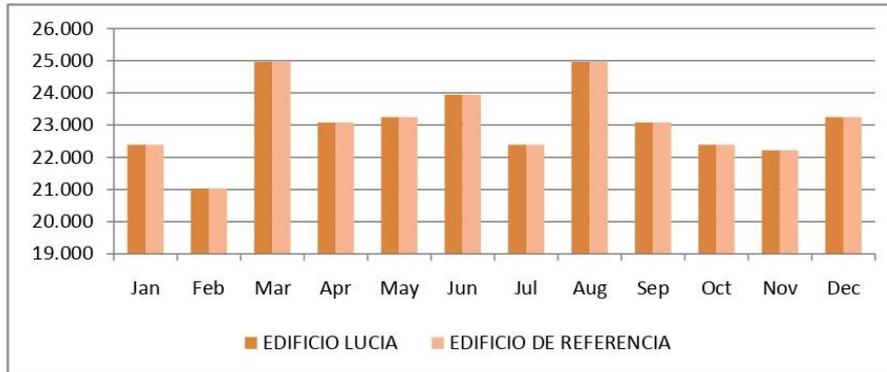
VENTILACIÓN	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
LUCIA (kWh)	4.460	4.240	5.130	4.680	4.670	4.710	3.830	4.500	4.500	4.450	4.460	4.680	54.310
REFERENCIA (kWh)	5.630	4.550	5.510	5.910	8.330	14.170	17.810	19.910	13.000	7.430	5.160	5.450	112.860

**CONSUMO DE BOMBAS Y AUXILIARES (kWh)**



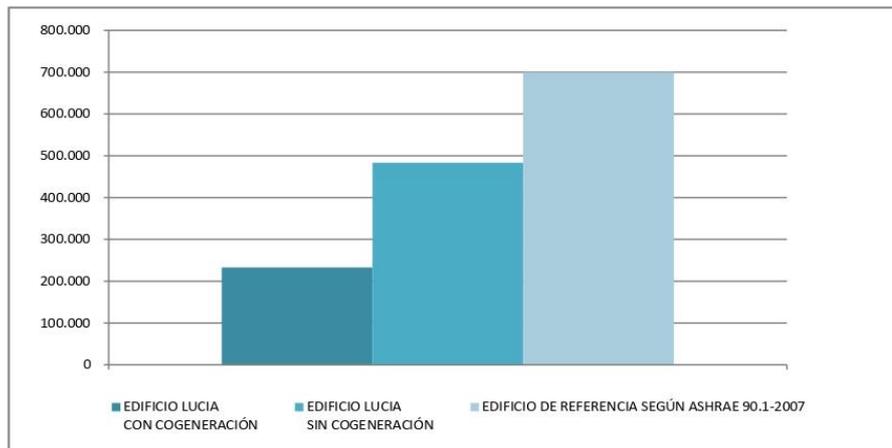
BOMBAS Y AUXILIARES	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
LUCIA (kWh)	5.820	7.890	9.530	8.080	7.180	6.880	6.790	5.930	5.380	5.310	4.720	6.280	79.790
REFERENCIA (kWh)	3.330	7.040	9.940	7.150	5.010	2.950	2.560	1.620	1.450	2.900	2.250	4.040	50.240

**EQUIPAMIENTO (KWH)**



EQUIPAMIENTO	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL
LUCIA (kWh)	22.390	21.030	24.960	23.080	23.250	23.940	22.390	24.960	23.080	22.390	22.220	23.250	<b>276.950</b>
REFERENCIA (kWh)	22.390	21.030	24.960	23.080	23.250	23.940	22.390	24.960	23.080	22.390	22.220	23.250	<b>276.950</b>

**ELECTRICIDAD (kWh)**



**ASTILLA DE MADERA (kWh)**

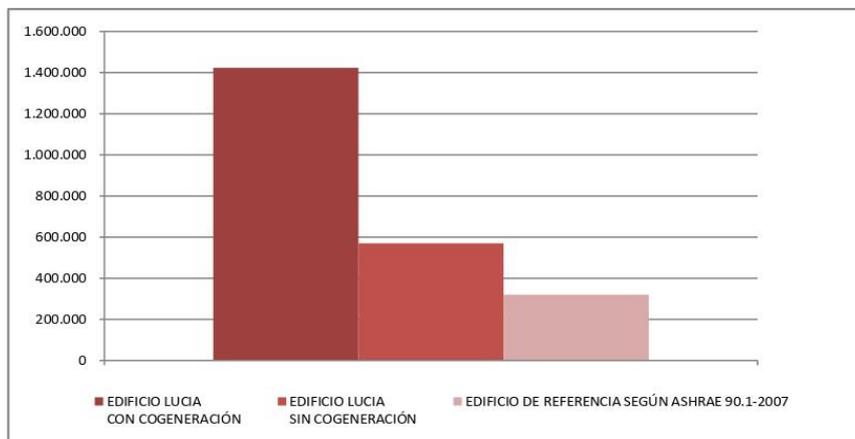


TABLA COMPARATIVA DE CONSUMOS ENTRE LOS 3 MODELOS

		EDIFIO LUCIA	PROP SIN COGENERACION	BASELINE
ELECTRICIDAD	Climatización	3.590 kWh	4.470 kWh	113.890 kWh
	Torres de refrigeración	3.260 kWh	3.260 kWh	0 kWh
	Calefacción	100 kWh	360 kWh	0 kWh
	Ventilación	54.310 kWh	54.310 kWh	112.860 kWh
	Bombas y auxiliares	79.790 kWh	80.510 kWh	50.240 kWh
	Equipamiento edificio	276.950 kWh	276.950 kWh	276.950 kWh
	Iluminación	74.490 kWh	73.980 kWh	146.190 kWh
	<b>Total adquirida</b>	<b>243.382 kWh</b>	<b>493.850 kWh</b>	<b>700.120 kWh</b>
BIOMASA	Climatización	145.268 kWh	435.277 kWh	0 kWh
	Calefacción	34.662 kWh	129.856 kWh	315.353 kWh
	Agua caliente	4.659 kWh	4.659 kWh	4.747 kWh
	Producción de electricidad	1.238.500 kWh	0 kWh	0 kWh
	<b>Total</b>	<b>1.423.088 kWh</b>	<b>569.792 kWh</b>	<b>320.100 kWh</b>

CERTIFICACIÓN LEED



## LEED 2009 for New Construction and Major Renovations

### Project Checklist

**24   0   2**

**Sustainable Sites** Possible Points: **26** **CUMPLE**

Y	?	N	d/c	Description	Points	Status
<b>Y</b>			C Prereq 1	Construction Activity Pollution Prevention		OK
<b>1</b>			d Credit 1	Site Selection	1	OK
<b>5</b>			d Credit 2	Development Density and Community Connectivity <span style="color: blue;">Extra Point ID</span>	5	OK
		<b>1</b>	d Credit 3	Brownfield Redevelopment	1	NO
<b>6</b>			d Credit 4.1	Alternative Transportation—Public Transportation Access <span style="color: blue;">Extra Point ID</span>	6	OK
<b>1</b>			d Credit 4.2	Alternative Transportation—Bicycle Storage and Changing Rooms <span style="color: blue;">Extra Point ID</span>	1	OK
<b>3</b>			d Credit 4.3	Alternative Transportation—Low-Emitting and Fuel-Efficient Vehicles <span style="color: blue;">Extra Point ID</span>	3	OK
<b>2</b>			d Credit 4.4	Alternative Transportation—Parking Capacity	2	OK
		<b>1</b>	C Credit 5.1	Site Development—Protect or Restore Habitat	1	NO
<b>1</b>			d Credit 5.2	Site Development—Maximize Open Space <span style="color: blue;">Extra Point ID, 2 x superficie</span>	1	OK
<b>1</b>			d Credit 6.1	Stormwater Design—Quantity Control	1	OK
<b>1</b>			d Credit 6.2	Stormwater Design—Quality Control	1	OK
<b>1</b>			C Credit 7.1	Heat Island Effect—Non-roof <span style="color: blue;">Extra Point ID: 100% plazas</span>	1	OK
<b>1</b>			d Credit 7.2	Heat Island Effect—Roof <span style="color: blue;">Extra Point ID: 100% cubierta</span>	1	OK
<b>1</b>			d Credit 8	Light Pollution Reduction	1	OK

**10   0   0**

**Water Efficiency** Possible Points: **10**

Y	?	N	d/c	Description	Points	Status
<b>Y</b>			d Prereq 1	Water Use Reduction—20% Reduction		OK
<b>4</b>			d Credit 1	Water Efficient Landscaping	2 to 4	OK
				<input type="checkbox"/> Reduce by 50%	2	
				<input checked="" type="checkbox"/> No Potable Water Use or Irrigation	4	
<b>2</b>			d Credit 2	Innovative Wastewater Technologies <span style="color: blue;">Extra Point ID, reducción del 100%</span>	2	OK
<b>4</b>			d Credit 3	Water Use Reduction	2 to 4	OK
				<input type="checkbox"/> Reduce by 30%	2	
				<input type="checkbox"/> Reduce by 35%	3	
				<input checked="" type="checkbox"/> Reduce by 40% <span style="color: blue;">Extra Point ID, reducción del 45%</span>	4	

**24   9   2**

**Energy and Atmosphere** Possible Points: **35**

Y	?	N	d/c	Description	Points	Status
<b>Y</b>			C Prereq 1	Fundamental Commissioning of Building Energy Systems		OK
<b>Y</b>			d Prereq 2	Minimum Energy Performance		OK
<b>Y</b>			d Prereq 3	Fundamental Refrigerant Management		OK

<b>10</b>	<b>9</b>		d	Credit 1	<b>Optimize Energy Performance</b>		1 to 19	OK
					<input type="checkbox"/> Improve by 12% for New Buildings or 8% for Existing Building Renovations		1	
					<input type="checkbox"/> Improve by 14% for New Buildings or 10% for Existing Building Renovations		2	
					<input type="checkbox"/> Improve by 16% for New Buildings or 12% for Existing Building Renovations		3	
					<input type="checkbox"/> Improve by 18% for New Buildings or 14% for Existing Building Renovations		4	
					<input type="checkbox"/> Improve by 20% for New Buildings or 16% for Existing Building Renovations		5	
					<input type="checkbox"/> Improve by 22% for New Buildings or 18% for Existing Building Renovations		6	
					<input type="checkbox"/> Improve by 24% for New Buildings or 20% for Existing Building Renovations		7	
					<input type="checkbox"/> Improve by 26% for New Buildings or 22% for Existing Building Renovations		8	
					<input type="checkbox"/> Improve by 28% for New Buildings or 24% for Existing Building Renovations		9	
					<input type="checkbox"/> Improve by 30% for New Buildings or 26% for Existing Building Renovations		10	
					<input type="checkbox"/> Improve by 32% for New Buildings or 28% for Existing Building Renovations		11	
					<input type="checkbox"/> Improve by 34% for New Buildings or 30% for Existing Building Renovations		12	
					<input type="checkbox"/> Improve by 36% for New Buildings or 32% for Existing Building Renovations		13	
					<input type="checkbox"/> Improve by 38% for New Buildings or 34% for Existing Building Renovations		14	
					<input type="checkbox"/> Improve by 40% for New Buildings or 36% for Existing Building Renovations		15	
					<input type="checkbox"/> Improve by 42% for New Buildings or 38% for Existing Building Renovations		16	
					<input type="checkbox"/> Improve by 44% for New Buildings or 40% for Existing Building Renovations		17	
					<input type="checkbox"/> Improve by 46% for New Buildings or 42% for Existing Building Renovations		18	
					<input checked="" type="checkbox"/> Improve by 48%+ for New Buildings or 44%+ for Existing Building Renovations		19	
<b>7</b>			d	Credit 2	<b>On-Site Renewable Energy</b>		1 to 7	OK
					<input type="checkbox"/> 1% Renewable Energy	Extra Point ID, 15% Energía renovable	1	
					<input type="checkbox"/> 3% Renewable Energy		2	
					<input type="checkbox"/> 5% Renewable Energy		3	
					<input type="checkbox"/> 7% Renewable Energy		4	
					<input type="checkbox"/> 9% Renewable Energy		5	
					<input type="checkbox"/> 11% Renewable Energy		6	
					<input checked="" type="checkbox"/> 13% Renewable Energy		7	
<b>2</b>			c	Credit 3	Enhanced Commissioning		2	OK
<b>2</b>			d	Credit 4	Enhanced Refrigerant Management		2	OK
<b>3</b>			c	Credit 5	Measurement and Verification		3	OK
		<b>2</b>	c	Credit 6	Green Power		2	NO

<b>6</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>Materials and Resources</b>				Possible Points:	<b>14</b>
Y	?	N						
<b>Y</b>			d	Prereq 1	Storage and Collection of Recyclables			OK
		<b>3</b>	c	Credit 1.1	Building Reuse—Maintain Existing Walls, Floors, and Roof		1 to 3	NO
					<input type="checkbox"/> Reuse 55%		1	
					<input type="checkbox"/> Reuse 75%		2	
					<input type="checkbox"/> Reuse 95%		3	
		<b>1</b>	c	Credit 1.2	Building Reuse—Maintain 50% of Interior Non-Structural Elements		1	NO
<b>2</b>			c	Credit 2	Construction Waste Management		1 to 2	OK
					<input type="checkbox"/> 50% Recycled or Salvaged	Extra Point ID, Reciclar el 95% o +	1	
					<input checked="" type="checkbox"/> 75% Recycled or Salvaged		2	
		<b>2</b>	c	Credit 3	Materials Reuse		1 to 2	NO
					<input type="checkbox"/> Reuse 5%		1	
					<input type="checkbox"/> Reuse 10%		2	
<b>1</b>	<b>1</b>		c	Credit 4	Recycled Content	Extra Point ID, Reciclar el 30% o +	1 to 2	¿?
					<input checked="" type="checkbox"/> 10% of Content		1	
					<input type="checkbox"/> 20% of Content		2	
<b>2</b>			c	Credit 5	Regional Materials	Extra Point ID, obtener el 30% o +	1 to 2	OK
					<input checked="" type="checkbox"/> 10% of Materials		1	
					<input type="checkbox"/> 20% of Materials		2	
		<b>1</b>	c	Credit 6	Rapidly Renewable Materials		1	NO
<b>1</b>			c	Credit 7	Certified Wood	Extra Point ID, obtener el 95% o +	1	OK

11	4	0
----	---	---

**Indoor Environmental Quality** Possible Points: **15**

Y	?	N
Y		
Y		
1		
1		
1		
1		
	1	
	1	
	1	
	1	
1		
1		
1		
1		
1		
1		
1		
1		

d Prereq 1	Minimum Indoor Air Quality Performance		OK
d Prereq 2	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control		OK
d Credit 1	Outdoor Air Delivery Monitoring	1	OK
d Credit 2	Increased Ventilation	1	OK
c Credit 3.1	Construction IAQ Management Plan—During Construction	1	OK
c Credit 3.2	Construction IAQ Management Plan—Before Occupancy	1	OK
c Credit 4.1	Low-Emitting Materials—Adhesives and Sealants	1	OK
c Credit 4.2	Low-Emitting Materials—Paints and Coatings	1	OK
c Credit 4.3	Low-Emitting Materials—Flooring Systems	1	¿?
c Credit 4.4	Low-Emitting Materials—Composite Wood and Agrifiber Products	1	¿?
d Credit 5	Indoor Chemical and Pollutant Source Control	1	OK
d Credit 6.1	Controllability of Systems—Lighting	1	OK
d Credit 6.2	Controllability of Systems—Thermal Comfort	1	OK
d Credit 7.1	Thermal Comfort—Design	1	OK
d Credit 7.2	Thermal Comfort—Verification	1	OK
d Credit 8.1	Daylight and Views—Daylight	1	OK
d Credit 8.2	Daylight and Views—Views	1	OK

Extra Point ID, obtener el 95% o +  
Extra Point ID

4	2	0
---	---	---

**Innovation and Design Process** Possible Points: **6**

Y	?	N
1		
	1	
	1	
1		
1		
1		

d/C Credit 3	Water Use Reduction	Extra Point ID, reducción del 45%	2 to 4	OK
d/C Credit 2	On-Site Renewable Energy	EP ID, 15% Energía renovable	1 to 7	OK
d/C Credit 1.3	Construction Waste Management	EP ID, Reciclar el 95% o +	1 to 2	OK
d/C Credit 1.4	Regional Materials	EP ID, obtener el 30% o +	1 to 2	OK
d/C Credit 1.5	Daylight and Views—Daylight	EP ID, obtener el 95% o +	1	OK
d/C Credit 2	LEED Accredited Professional	VEGA ING. LEED AP	1	OK

4	0	0
---	---	---

**Regional Priority Credits** Possible Points: **4**

Y	?	N
1		
1		
1		
1		

d/C Credit 1.1	Regional Priority: Specific Credit		1	OK
d/C Credit 1.2	Regional Priority: Specific Credit		1	OK
d/C Credit 1.3	Regional Priority: Specific Credit		1	OK
d/C Credit 1.4	Regional Priority: Specific Credit		1	OK

83	16	11
----	----	----

**Total** Possible Points: **110**

Certified 40 to 49 points Silver 50 to 59 points Gold 60 to 79 points Platinum 80 to 110

OK	¿?	NO
83	16	11

<b>Coef. Seguridad</b>	<b>15%</b>
<b>Ptos. Certific. (40-49)</b>	<b>46</b>
<b>Ptos. Silver (50-59)</b>	<b>57</b>
<b>Ptos. Gold (60-79)</b>	<b>69</b>
<b>Ptos. Platinum (80-110)</b>	<b>92</b>

# Lucia Building

LEED BD+C: New Construction (v2009)

PLATINUM, AWARDED JUN 2014



## SUSTAINABLE SITES

AWARDED: 25 / 26

SSp1	Construction activity pollution prevention	REQUIRED
SSc1	Site selection	1 / 1
SSc2	Development density and community connectivity	5 / 5
SSc3	Brownfield redevelopment	0 / 1
SSc4.1	Alternative transportation - public transportation access	6 / 6
SSc4.2	Alternative transportation - bicycle storage and changing rooms	1 / 1
SSc4.3	Alternative transportation - low-emitting and fuel-efficient vehicles	3 / 3
SSc4.4	Alternative transportation - parking capacity	2 / 2
SSc5.1	Site development - protect or restore habitat	1 / 1
SSc5.2	Site development - maximize open space	1 / 1
SSc6.1	Stormwater design - quantity control	1 / 1
SSc6.2	Stormwater design - quality control	1 / 1
SSc7.1	Heat island effect - nonroof	1 / 1
SSc7.2	Heat island effect - roof	1 / 1
SSc8	Light pollution reduction	1 / 1



## WATER EFFICIENCY

AWARDED: 10 / 10

WEp1	Water use reduction	REQUIRED
WEc1	Water efficient landscaping	4 / 4
WEc2	Innovative wastewater technologies	2 / 2
WEc3	Water use reduction	4 / 4



## ENERGY & ATMOSPHERE

AWARDED: 33 / 35

EAp1	Fundamental commissioning of building energy systems	REQUIRED
EAp2	Minimum energy performance	REQUIRED
EAp3	Fundamental refrigerant Mgmt	REQUIRED
EAc1	Optimize energy performance	19 / 19
EAc2	On-site renewable energy	7 / 7
EAc3	Enhanced commissioning	2 / 2
EAc4	Enhanced refrigerant Mgmt	2 / 2
EAc5	Measurement and verification	3 / 3
EAc6	Green power	0 / 2



## MATERIAL & RESOURCES

AWARDED: 6 / 14

MRp1	Storage and collection of recyclables	REQUIRED
MRC1.1	Building reuse - maintain existing walls, floors and roof	0 / 3
MRC1.2	Building reuse - maintain interior nonstructural elements	0 / 1
MRC2	Construction waste Mgmt	2 / 2
MRC3	Materials reuse	0 / 2
MRC4	Recycled content	2 / 2



## MATERIAL & RESOURCES

CONTINUED

MRC5	Regional materials	2 / 2
MRC6	Rapidly renewable materials	0 / 1
MRC7	Certified wood	0 / 1



## INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY

AWARDED: 14 / 15

EQp1	Minimum IAQ performance	REQUIRED
EQp2	Environmental Tobacco Smoke (ETS) control	REQUIRED
EQc1	Outdoor air delivery monitoring	1 / 1
EQc2	Increased ventilation	1 / 1
EQc3.1	Construction IAQ Mgmt plan - during construction	1 / 1
EQc3.2	Construction IAQ Mgmt plan - before occupancy	1 / 1
EQc4.1	Low-emitting materials - adhesives and sealants	1 / 1
EQc4.2	Low-emitting materials - paints and coatings	1 / 1
EQc4.3	Low-emitting materials - flooring systems	1 / 1
EQc4.4	Low-emitting materials - composite wood and agrifiber products	0 / 1
EQc5	Indoor chemical and pollutant source control	1 / 1
EQc6.1	Controllability of systems - lighting	1 / 1
EQc6.2	Controllability of systems - thermal comfort	1 / 1
EQc7.1	Thermal comfort - design	1 / 1
EQc7.2	Thermal comfort - verification	1 / 1
EQc8.1	Daylight and views - daylight	1 / 1
EQc8.2	Daylight and views - views	1 / 1



## INNOVATION

AWARDED: 6 / 6

IDc1	Innovation in design	1 / 1
IDc2	LEED Accredited Professional	1 / 1



## REGIONAL PRIORITY CREDITS

AWARDED: 4 / 4

EAc1	Optimize energy performance	1 / 1
EAc3	Enhanced commissioning	0 / 1
EAc5	Measurement and verification	0 / 1
WEc1	Water efficient landscaping	1 / 1
WEc2	Innovative wastewater technologies	1 / 1
WEc3	Water use reduction	1 / 1

TOTAL

98 / 110

40-49 Points CERTIFIED	50-59 Points SILVER	60-79 Points GOLD	80+ Points PLATINUM
---------------------------	------------------------	----------------------	------------------------