



AUTOR: CARLOS MONTEJO SANTA INÉS
TUTOR: MIGUEL ÁNGEL PADILLA MARCOS
TRABAJO FIN DE GRADO - SEPTIEMBRE 2021
GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA

BIOLUMINISCENCIA

LA ILUMINACIÓN DEL MAÑANA

BIOLUMINISCENCIA

La iluminación del mañana

TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
SEPTIEMBRE 2021



BIOLUMINISCENCIA

La iluminación del mañana

2

AUTOR: CARLOS MONTEJO SANTA INÉS
TUTOR: MIGUEL ANGEL PADILLA MARCOS



ETSAVA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

RESUMEN

La naturaleza nos lleva bastantes años de ventaja en cuanto se refiere a diseño y capacidades funcionales mostrándonos así a nosotros mismos como una más de sus creaciones. Con nuestra capacidad e inteligencia humana, con la biomímesis, podemos aprender mucho más de como inventar, diseñar y crear las nuevas tecnologías.

Se muestra un paseo por los descubrimientos e inventos que nos llevaron como raza desde el dominio del fuego a la capacidad de iluminar de forma eficaz complejas redes eléctricas en ciudades e infraestructuras cobijándonos de las sombras y dándonos ese confort y bienestar de seguridad pero a la vez esto, se convierte en hoja de doble filo que generamos por el consumo ineficiente, una contaminación lumínica que nos separa de los astros y un gran impacto en la huella de carbono que como humanidad hemos dejado demasiado profunda deteriorando nuestro planeta.

Con la rama de la bioluminiscencia y el estudio de los organismos capaces de generar y emitir luz propia de forma natural, de la mano y ayuda de los diferentes conocimientos en biomedicina e ingeniería genética somos capaces de en laboratorio, con ayuda de las plantas, obtener mediante la investigación y el estudio, mejorar y perfeccionar la iluminación que nos precederá.

PALABRAS CLAVE

Vida, bioluminiscencia, ecología, imitar, naturaleza, investigación, sostenible

ABSTRACT

Nature has many years ahead of us in terms of design and functional capabilities, thus showing ourselves as one of its creations. With our human capacity and intelligence, with biomimicry, we can learn much more about how to invent, design and create new technologies.

It shows a walk through the discoveries and inventions that took us as a race from the domain of fire to the ability to effectively illuminate complex electrical networks in cities and infrastructures, sheltering us from the shadows and giving us that comfort and safety well-being but at the same time This becomes a double-edged blade that we generate due to inefficient consumption, a light pollution that separates us from the stars and a great impact on the carbon footprint that as humanity we have left too deep, deteriorating our planet.

4

With the branch of bioluminescence and the study of organisms capable of generating and emitting their own light in a natural way, hand in hand and with the help of different knowledge in biomedicine and genetic engineering, we are able to obtain in the laboratory, with the help of plants, Through research and study, improve and refine the lighting that will precede us.

KEY WORDS

Life, bioluminescence, imitate, ecology, nature, investigation, sustainable

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
--------------	---

PARTE I: LA NATURALEZA COMO FUENTE DE INSPIRACIÓN

PRESENTACIÓN	9
BIOMÍMESIS	13
BIOLUMINISCENCIA	23

PARTE II: LA ILUMINACIÓN EN LAS CIUDADES

EVOLUCIÓN DE LA ILUMINACIÓN	33
ANÁLISIS ACTUAL Y ESTUDIO DE LA ILUMINACIÓN NAVIDEÑA EN LAS DIFERENTES CIUDADES	37
CONTAMINACIÓN LUMÍNICA	57

PARTE III: LAS CIUDADES DEL MAÑANA

CONTEXTO HISTÓRICO	69
CIUDADES LIMPIAS Y SEGURAS	73
TENDENCIA AL CONSUMO NULO	81

PARTE IV: INVESTIGACIÓN, PROPUESTAS Y RESULTADOS

INVESTIGACIÓN Y MANTENIMIENTO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS	87
PROPUESTAS	91
PROPUESTA PERSONAL	105

CONCLUSIONES FINALES

BIBLIOGRAFÍA

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN	119
ARTÍCULOS PERIODÍSTICOS	120
DOCUMENTALES	121
FILMOGRAFÍA	122
LIBROS GENERALES	122
SITIOS WEBS	123
TESIS	123
FOTOGRAFÍAS/FIGURAS	124

AGRADECIMIENTOS FINALES



INTRODUCCIÓN

En este trabajo de fin de Grado veremos como desde el punto de vista de la naturaleza, hemos aprendido a imitar sus diferentes modelos y diseños, adaptándolos a nuestra sociedad.

Aprendiendo y entendiendo el funcionamiento de los organismos bioluminiscentes mediante diversas y variadas investigaciones, veremos algunas propuestas muy potenciales aun no conocidas lo suficiente para que en un futuro no muy lejano, se puedan aprovechar y mejorar, con más herramientas contra la contaminación lumínica y atmosférica para lograr una mejor eficiencia energética.

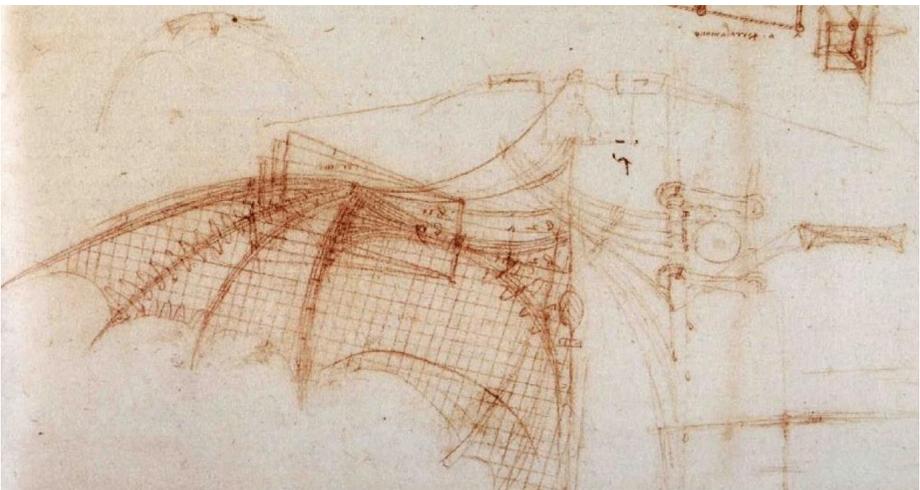
LA NATURALEZA COMO FUENTE DE INSPIRACIÓN

PRESENTACIÓN

“El arquitecto del futuro se basará en la imitación de la naturaleza, porque es la forma más racional, duradera y económica de todos los métodos” (Antonio Gaudí)

La naturaleza siempre ha sido una fuente inagotable de inspiración de ideas. Leonardo Da Vinci, a través de la observación de la naturaleza, analizó y dibujó objetos voladores mirando y estudiando el vuelo de los pájaros, imitando la forma anatómica de sus alas y sus características.

Máquina voladora.
Leonardo Da Vinci
Fuente:<https://revis-tadehistoria.es/la-maquina-voladora-leonardo-da-vinci/>



Acercándonos en poco más en el tiempo, vemos también en la figura del arquitecto Antonio Gaudí, ese especial estilo que recuerda al mundo natural, como su principal modelo de referencia, el cual, empleaba materiales como el ladrillo, la piedra y el azulejo, del entorno próximo o materiales de desecho y pensando como diseñar sus estructuras para que fueran eficientes.

Observamos que este ejercicio de “inspiración” en la naturaleza se ha realizado a lo largo de la historia en muchas de las artes que conocemos, otro ejemplo por introducirnos en el mundo musical es el de Antonio Vivaldi y su conjunto de cuatro conciertos para violín “Las cuatro estaciones” (1725) en el cual transcribe esas largas horas de escucha y observación de la naturaleza para poder plasmarlo en la partitura. Con el resultado de una de las piezas clásicas que podemos definir como bella que consigue emocionar.

Enfocándose en una búsqueda eficiente y sostenible, la biomímesis, se está introduciendo cada vez de forma más notoria en el campo del diseño, pudiendo formar una nueva revolución en ideas que, aunque otros atrás también lo han aprovechado, son una buena dirección que no debemos perder de vista ya que la naturaleza ha gozado de muchos años de evolución y perfeccionamiento, desarrollando nuevas soluciones y posibilidades.

Con este objetivo, este trabajo quiere hacer hincapié, en la investigación de los ejemplos presentes en la naturaleza (biodegradables y sostenibles) los cuales nos pueden mostrar una solución eficaz y simple, con un proceso de localización, entendimiento-captación y evaluación el papel de la biomímesis como modelo a seguir, motor precursor de las ideas.

En el siguiente apartado se hablará más detenidamente sobre el concepto de la biomímesis y se mostrarán una serie de ejemplos con los cuales se intentará comprender mejor la complejidad de un tema aparentemente sencillo. Gracias a esto, como resultado de una de las investigaciones, estudiaremos la forma de generación de luz que tienen varios seres vivos de distintas formas, que no tienen pérdida de energía calorífica.



Tenemos delante las ideas de la naturaleza en nuestro día a día, esperando ser descubiertas para resolver y dar soluciones a diferentes problemas. La evolución de los diferentes sistemas constructivos y materiales son nuestras herramientas para materializar estos nuevos proyectos con un diseño biomimético.

Mariposa Morpho azul.
Fuente:<https://acento.com.do/bbc-news-mundo...>

Estadio Nacional de Beijing. Herzog & de Meuron. Imagen extraída de:<https://www.archdaily.co/co/02-312614/arq...>





La Sagrada Família. Antonio Gaudí. Imagen extraída de: <https://www.afar.com/places/l-a-sagrada-familia-barcelona>

BIOMÍMESIS

El término proviene del griego, “bio” que significa vida y de “mimesis” que es imitación. Esta palabra también es conocida como biomimética o biomimetismo.

La definición que aparece actualmente en el diccionario de la real academia española es, para el término biomimetismo: 1. m. Imitación de los diseños y procesos de la naturaleza en la resolución de problemas técnicos.

13

Este concepto ha permanecido sin formalizarse en la historia, uno de sus precursores ya mencionado fue Leonado Da Vinci, quien a través del estudio de la anatomía de las aves descrito en su libro “Código del Vuelo de las Aves”, ideó las famosas máquinas voladoras.

La primera vez que apareció el concepto oficialmente fue en 1957 de la mano del ingeniero norteamericano Otto Herbert Schmidt (1913-1998) en un artículo llamado “Some interesting and Useful Biomimetic Transforms”. En el, explica el concepto de biomímesis como un “proceso de transición de ideas de la naturaleza a la tecnología”.

En el año 1974 el Diccionario Webster recoge el término de biomimética y lo definió como:

“el estudio de la formación, estructura o función biológica de sustancias producidas, materiales (como las enzimas o la seda), mecanismos biológicos y procesos (como la síntesis de proteínas o la fotosíntesis) con el propósito de sintetizar productos similares por mecanismo artificiales que imitan a los naturales”

Janine Benyus, naturalista bióloga, escritora y divulgadora científica, popularizó el término biomimética en su libro “Biomimicry: Innovation Inspired by Nature” (1997) definido como:

“Nueva ciencia que estudia los modelos de la naturaleza y luego imita o se inspira en estos diseños y procesos para resolver los problemas humanos”.

Además en esta publicación, establece nueve principios o estrategias en las que se basa la naturaleza:

La naturaleza funciona con la luz del sol.

La naturaleza usa solo la energía que necesita.

La naturaleza adapta la forma a la función.

La naturaleza recicla todo.

La naturaleza premia la cooperación.

La naturaleza apuesta por la diversidad.

La naturaleza exige conocimientos técnicos locales.

La naturaleza frena los excesos desde dentro.

La naturaleza aprovecha el poder de los límites.

Foto Janine Benyus.
Imagen extraída de:
http://greenschoolsconference.org/sites/default/files/styles/article_format/public/field/image/Janine_Extended.png?itok=UqDmM3P1



Janine Benyus razona y plantea que el uso de la biomímesis en el diseño puede obtener tres formas de actuar:

La naturaleza como modelo. La biomímesis es una nueva ciencia que estudia los modelos de la naturaleza y los imita o se inspira en estos diseños y procesos para resolver problemas humanos, por ejemplo, una célula solar inspirada en una hoja.

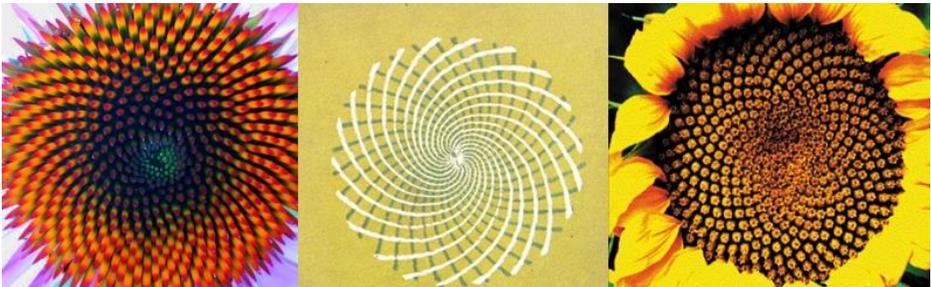
La naturaleza como medida. La biomímesis utiliza un estándar ecológico para juzgar la corrección de nuestras innovaciones. Después de 3.800 millones de años de evolución, la naturaleza ha aprendido: Que funciona, que es apropiado, que perdura.

La naturaleza como mentora. La biomímesis es una nueva forma de ver y valorar la naturaleza. Se introduce en una era basada en lo que no podemos extraer del mundo natural, pero en que nosotros podemos aprender de él.

En sus capítulos recoge diferentes ideas con una idea en común, un desarrollo sostenible que quiere arreglar el consumo desorbitado de nuestros antecesores: “sin devorar combustibles fósiles, contaminar el planeta, ni hipotecar el futuro”. Un mundo diseñado para producir como la naturaleza, empleando la energía solar a través de células fotovoltaicas que copian las hojas de las plantas, compuestos simples que imitan las telas de araña para fabricar fibras totalmente biodegradables, o materiales cerámicos irrompibles. Acabando en donde llegaremos con este punto de partida siendo optimistas en que las maravillas nunca cesen.

“¡Hacia un futuro biomimético!”

Formas orgánicas. Fuente: <https://blogs.hoy.es/ciencia-faci/2012/11/20/la-belleza-matematica-de-la-naturaleza/>



En la actualidad podemos decir que existen tres partes o niveles de aproximación al estudio biomimético y como se pueden aplicar a las diferentes ciencias:

Primer nivel. Abstracción formal de la naturaleza.

En la naturaleza existen muchísimos ejemplos de diseño estructural y técnicas de protección ambiental que nos solucionan o nos dan respuestas a los problemas técnicos complejos.

Segundo nivel. Funcionamiento y análisis del ser vivo.

La naturaleza a nivel bioclimático nos da modelos de gran experiencia y riqueza, por ejemplo en la conservación de la temperatura o el flujo de calor, hemos comprendido como con el uso de los materiales biocompatibles en la construcción nos ayuda a ventilar nuestras edificaciones, los cerramientos y divisiones se conviertan en capas de piel protectora y reguladora.

Tercer nivel. Estudio a nivel celular del funcionamiento de las partes que integran un ser vivo.

Centro Cultural Jean Marie Tjibaou. Fuente: <https://www.facebook.com/catalogoarquitectura/photos/jean-marie-tjiba...>

En este nivel el edificio debe ser capaz de mediante una serie de componentes y procesos que lo integren, trabajen entre ellos imitando un proceso natural o a mayor escala, un ecosistema.



En el mundo arquitectónico, a lo largo de la historia la arquitectura se ha inspirado desde hace tiempo en la naturaleza como fuente de inspiración.

“Después de 3.800 millones de años de ‘investigación y desarrollo,’ los fracasos se han convertido en fósiles, y lo que nos rodea es el secreto de la supervivencia” (Janine Benyus, 1997).

En la antigüedad, los griegos y romanos introducían motivos naturales en el diseño, inspiradas en árboles las columnas. Algo más cercano, Antoni Gaudí comenzó en 1882 la iglesia de la Sagrada Familia, ejemplo del uso de las formas funcionales de la naturaleza para dar solución a un problema estructural. Utilizó columnas que modelaron los doseles de ramas de los árboles solucionando la estática en el soporte de la bóveda.

Durante ese proceso de evolución en la arquitectura, surgió la arquitectura orgánica, que se inspira en la naturaleza para su diseño, utiliza formas geométricas y tiene además como propósito volver a conectar al ser humano con su entorno. En este movimiento, los arquitectos utilizan soluciones artificiales con una estética inspirada en la naturaleza para formar parte del entorno natural en lugar de utilizar las soluciones presentes en la naturaleza para responder a los problemas del hombre.

17

Con el Metabolismo Japonés, un movimiento presente después de la Segunda Guerra Mundial, sugería la idea de un cambio sin fin, en constante cambio orgánico con un metabolismo propio. Buscaban así poder satisfacer las necesidades de un entorno urbano cambiante. Un cuerpo humano se parece a una ciudad, genera sus componentes individuales y terminan quedándose obsoletos, pero el conjunto continúa desarrollándose. Análogamente las células individuales de un cuerpo humano que crecen y mueren a pesar de que el cuerpo humano continúa viviendo, se trata de un ciclo continuo de crecimiento y cambio. Un ejemplo, Helix City de Kisho Kurokawa, un proyecto pensado para Tokio en el cual podría seguir extendiéndose incluso sobre el agua, los edificios disponían de una estructura en espiral simulando el ADN,

La Arquitectura Biomimética da un paso más sobre como inspirarse de la naturaleza para crear los componentes estéticos y de la forma construida y observa la naturaleza para resolver y dar solución a los problemas del funcionamiento del edificio. Biomimetismo significa imitar la vida y el término proviene del griego, “bio” que significa vida y de “mimesis” que es imitación. El movimiento es una ramificación de la nueva ciencia definida y popularizada por Janine Benyus en su libro “Biomimicry: Innovation Inspired by Nature”(1997) en la cual observa y estudia la naturaleza y luego de alguna forma, “imita” diseños y procesos aportando soluciones a problemas humanos. La biomimética insta a los arquitectos en pensar en los edificios como un seres vivos para convertirlos en un ser vivo.

Utiliza la naturaleza como medida, lo que significa que la biomimética parte de un estándar ecológico para observar y juzgar la eficiencia de las innovaciones humanas. La biomimética no trata de explotar la naturaleza extrayendo bienes materiales de ella, sino que la pone en valor y pretende que los seres humanos si puedan extraer su sabiduría siendo así más respetuosos con el medio ambiente y apostando por una mentalidad sostenible y responsable con el medio ambiente.

Museo Oceanográfico.
Félix Candela. Fuente:
[http://mdarquitectura.com
/category/construccion/](http://mdarquitectura.com/category/construccion/)

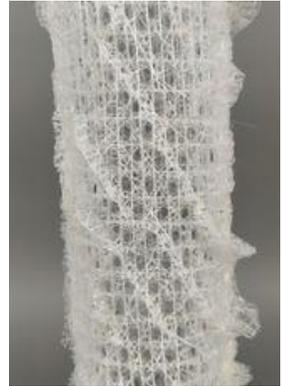


La biomimética puede aplicarse en los edificios de estas tres formas:

El organismo, sus comportamientos y el ecosistema. Los edificios en el nivel del organismo imitan a un organismo específico. En un nivel de comportamiento, los edificios copian el comportamiento de un organismo o como se relaciona en un ambiente mayor. En el nivel del ecosistema, un edificio se fija en una serie de componentes y procesos conforman un ecosistema y deben colaborar para que el ecosistema funcione sin problemas. Ejemplos:

Nivel de Organismo. En el nivel del organismo, la arquitectura se fija en el organismo mismo, utilizando su forma o estructura y/o sus funciones para el edificio.

La torre de Gherkin de Norman Foster (2003) tiene una piel hexagonal inspirada en la esponja de la cesta de flores Venus. Esta esponja se encuentra en un entorno submarino con fuertes corrientes de agua y su exoesqueleto reticulado y forma redonda ayudan a dispersar esas tensiones en el organismo.



Cesta de Flores Venus.F:
https://assets.catawiki.nl/assets/2020/2/10/9/5/1/thumb5_9510c9c5-2725-450e-8598-80429f653950.jpg

La Torre Gherkin (2003).
Norman Foster.

Imagen extraída de:
https://estatico-cdn.elperidico.com/clip/e6386566-fa2c-4cc7-b4d-1e32caf35e0f_alta-libre-aspect-ratio_default_0.jpg





Nivel de comportamiento. En la forma de comportamiento, el edificio imita la forma en que el organismo interactúa con su entorno para construir una estructura que también puede integrarse sin resistencia en su entorno.

El Eastgate Center diseñado por el arquitecto Mick Pearce junto con los ingenieros de Arup Associates. Es una gran oficina y complejo comercial en Harare, Zimbabwe. Para minimizar los grandes costos económicos para poder regular la temperatura interna y ambiente en el edificio, Pearce observó los grandes montículos que se elevan de autorefrigeración de las termitas africanas. Este edificio no cuenta con aire acondicionado ni calefacción, pero es capaz de regular su temperatura con un sistema de enfriamiento pasivo inspirado en los montículos de autorefrigeración de termitas africanas. La estructura no aparece de forma literal como un montículo de termitas para funcionar como tal y en su lugar posee una imagen estéticamente de la masonería de la ciudad de Zimbabwe.

Termitero y Eastgate Center. Mick Pearce. Fuente de ambas imágenes: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-312614/arquitectura-biomimetica-que-podemos-aprender-de-la-naturaleza/5293bd79e8e44eb93100046-arquitectura-biomimetica-que-podemos-aprender-de-la-naturaleza-foto>



Nivel del ecosistema. Construir en el nivel del ecosistema implica imitar cómo los entornos de muchos componentes trabajan juntos y tiende a ser en la escala urbana o un proyecto más grande con múltiples elementos.

El proyecto Sahara Forest, diseñado por la empresa Exploration Architecture. Muchos componentes trabajan juntos en un sistema cíclico. Quiere revertir la desertificación. El proyecto imita al escarabajo del desierto de Namibia. Se basa en la capacidad del escarabajo de autorregular su temperatura corporal al acumular calor durante el día y recoger las gotas de agua que se forman en sus alas. La estructura de invernadero utiliza agua salada para proporcionar enfriamiento por evaporación y humidificación. El aire evaporado se condensa en agua dulce permitiendo que el invernadero permanezca caliente durante la noche. Este sistema produce más agua de la que necesitan las plantas de interior, por lo que el exceso se arroja a las plantas circundantes para que crezcan. Las plantas de energía solar trabajan con la idea de que las relaciones simbióticas son importantes en la naturaleza, recogiendo el sol y proporcionando sombra para que las plantas crezcan.



Escarabajo del desierto de Namibia. Imagen extraída de: <https://hablemosdeinsectos.com/wp-content/uploads/2017/08/Escarabajo-del-desierto-4.jpg>

Proyecto Sahara Forest. Empresa Exploration Architecture. Imagen extraída de: <https://www.biomimeticciences.org/es/2019/12/19/sahara-forest-project/>





Hoja de loto.
Impermeable.
https://i2.wp.com/www.viajesparabusca.com/wp-content/uploads/2020/04/img_cvillalonga_

...



Ballena.
Turbina de viento.
<https://i0.wp.com/www.viajesparabusca.com/wp-content/uploads/2020/04/42>

...



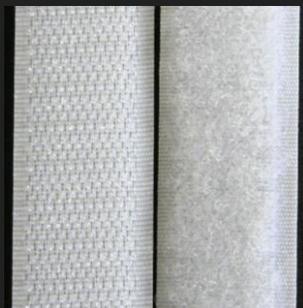
Halcón peregrino.
Bombardero B-2.
<https://i0.wp.com/www.viajesparabusca.com/wp-content/uploa>

...



Cardo.
Cinta adhesiva Vlecro.
<https://i1.wp.com/www.viajesparabusca.com/wp-content/uploads/2020/04/im>

...



BIOLUMINISCENCIA

El término proviene de los vocablos “bios” (griego) que significa vida y “lumen” (latín) que significa luz. (Se trata de una palabra rara)

La definición que aparece actualmente en el diccionario de la real academia española es, para el término bioluminiscencia:

1. f. Biol. Propiedad que tienen algunos seres vivos de emitir luz.
2. f. Biol. Luz emitida por un ser vivo.

La bioluminiscencia es el proceso por el cual los organismos generan luz, lo que lleva a reacciones bioquímicas, que generalmente involucran una enzima llamada luciferasa. La reacción ocurre de la siguiente manera: el oxígeno oxida el sustrato (una proteína llamada luciferina); la luciferasa acelera la reacción y el ATP proporciona energía para la reacción, produciendo agua y luz, la cual es más visible por la noche. Convierte directamente la energía química en energía luminosa. Este es un fenómeno muy común a todos los niveles biológicos.

El origen de cómo surgió en la naturaleza este fenómeno aún está sujeto a conjeturas; supongamos la siguiente hipótesis (de William McElroy y Howard Seliger) sobre el origen de la luminiscencia bacteriana: La principal forma de vida fueron las bacterias anaeróbicas. Con la llegada de las bacterias cianobacterias modificó el ambiente y produjeron una gran cantidad de

oxígeno como resultado de la fotosíntesis, el cual es dañino para las bacterias. Para deshacerse de la toxicidad del gas, las bacterias sufrieron una adaptación metabólica con el tiempo y la bioluminiscencia de algunas bacterias permaneció hasta el día de hoy.

Los organismos vivos poseen principalmente tres formas de generar luz.

Bioluminiscencia Intracelular: células específicas de un organismo bioluminiscente emiten luz, que se proyecta a través de la piel traslúcida del organismo o filtrándose por tejidos reflectantes como lentes, intensificándola (como las luciérnagas). La reacción química se da en el interior de la célula.

Bioluminiscencia Extracelular: estos organismos usan una reacción química entre la luciferina y luciferasa, que se iluminan al entrar en contacto entre sí. La reacción química ocurre fuera de la célula.

Simbiosis con bacterias luminiscentes: varios organismos marinos como celentéreos, equinodermos, gusanos, moluscos y peces, almacenan bacterias luminiscentes en pequeñas vejigas distribuidas a lo largo del cuerpo. Suelen estar conectadas a su sistema nervioso de forma que puedan controlar esta emisión y usarla cuando lo necesitan.

Fotografía Luciérnaga
Imagen extraída de:
[https://static3.abc.es/
media/ciencia/2018/1
0/05/27757321-koAH-
1248x698@abc.jpg](https://static3.abc.es/media/ciencia/2018/10/05/27757321-koAH-1248x698@abc.jpg)



El color de la luz que se produce en la bioluminiscencia es diferente según la especie, la luciferina cambia según el organismo. En todas las especies animales investigadas hasta hace poco tiempo, los colores se encontraban en la sección visible del espectro y siempre va del verde al azul. Cuando se observaban otros colores se debían a la alteración del tono original mediante diversos órganos que actuaban como filtros o superficies reflectantes distorsionadoras. Sin embargo, recientemente se han descubierto especies que pueden producir tonalidades rojizas.

La radiación bioluminiscente se compone habitualmente de entre un 69% y un 90% de luz fría y entre un 10% y un 20% de emisión de calor, aunque hay ciertos estudios que hacen estimaciones cercanas al 100% de luz fría sin pérdida de emisión calorífica.

Esta singularidad natural de emisión lumínica tiene diferentes funcionalidades dependiendo de los organismos que la utilizan:

Atraer presas: La utilizan como señuelo, como por ejemplo peces de aguas profundas donde escasea luz solar, sintiéndose las presas atraídas hacia ella.

25

Camuflaje: Suelen utilizarla de forma que se asemejan a la luz ambiental para pasar desapercibidos y confundirse con el entorno.

Cortejo: Utilizada como en el caso de las luciérnagas, por emisión de destellos, cuando son correspondidas replican la secuencia de emisiones.

Distracción: Expulsando materia luminiscente, distraen o repelen dando tiempo a que el animal se ponga en un lugar a salvo.

Iluminación: Permite a las diferentes especies poder ver.

Protección: Suele usarse de forma que las diferentes especies la perciban como algo tóxico, como el caso de los murciélagos y las luciérnagas.

En comparación con todas las especies animales del planeta, se han descubierto unas decenas de especies bioluminiscentes las cuales podemos dividir las en los siguientes grupos:

Animales: Anélidos (orugas, nematodos), artrópodos (incluyendo las luciérnagas) y moluscos terrestres.

Hongos: Rondan unas 80 especies descubiertas, incluyendo la especie “foxfire” (hongos de la madera).

Peces: **Anomalopidae** (con ojos linterna) , lophiiformes, algunas especies de tiburón, Myctophidae (pez linterna).

Invertebrados marinos: Cnidarios (anémonas), crustáceos, tenóforos (medusas), equinodermos, Quetognatos (placton), moluscos.

Microorganismos: Dinoflagelados, vibrionaceae, bacterias marinas Shewanellaceae, hongos microscópicos.

Hongo foxfire. Fuente:
<https://onemons.es/wpcontent/uploads/2016/08/Iluminara%CC%81n-las-bacterias-las-ciudades-del-futuro-1920.jpg>



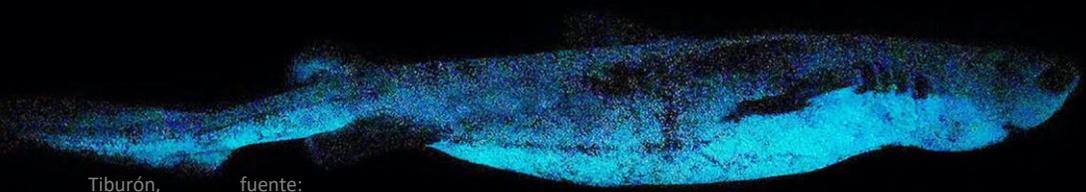
Pez linterna Fuente:
[https://nb.bbend.net/
media/news/2019/02/1
9/959494/photos/snap
shot/Anglerfish.jpg](https://nb.bbend.net/media/news/2019/02/19/959494/photos/snapshot/Anglerfish.jpg)



Anomalopidae,
fuente:[https://www.discoverlife.org/IM/I_RR/0
006/320/Anomalopidae
,I_RR690.jpg](https://www.discoverlife.org/IM/I_RR/0006/320/Anomalopidae,I_RR690.jpg)



Tiburón, fuente:
[https://www.vistaalmar.
es/images/ampliadas39
24/Dalantias-licha.jpg](https://www.vistaalmar.es/images/ampliadas3924/Dalantias-licha.jpg)





Calamar luciérnaga
fuente: http://www.infotoyama.com/toyamakanko/static/foreign/english/tlibrary/img/gourmet/kurobe/5_005.jpg



Antrópodos (gusanos),
fuente: <https://www.waitomo.com/glowworms-and-caves/waitomo-glowworm-caves>



Microorganismos Dinoflagelados
Fuente: https://estaticos-cdn.elperiodico.com/clip/888fc9ebef54ad2b7bc06c291172e1b_alt-a-libre-aspect-ratio_default_0.jpg



LA ILUMINACIÓN EN LAS CIUDADES

EVOLUCIÓN DE LA ILUMINACIÓN

“No fueron mil intentos fallidos, fue un invento de mil pasos”
(Thomas Alva Edison)

Desde el descubrimiento del fuego, atribuida a la especie Homo Erectus, hace 1,6 millones de años, la luz ha estado en nuestros días, alargando nuestros días y proporcionándonos seguridad.

Uno de los inventos más revolucionarios alimentado de la electricidad eléctrica, la bombilla, capaz de proporcionarnos luz artificial. A lo largo de las décadas, este invento se ha ido puliendo y perfeccionando de manera que fuera más eficiente, a mejorar el ahorro energético, su capacidad de reproducción cromática y su vida útil.

La bombilla la inventó Humphry Davy, pero esta no duraba mucho tiempo y se rompía enseguida, siendo perfeccionada por Thomas Edison, personaje al cual se le atribuye el invento y cuyo nombre ha trascendido más. En realidad la bombilla fue posible gracias a varias mentes del siglo XIX los cuales comenzaron con los cimientos para su fabricación y crearon las primeras patentes., entre ellos: Nikola Tesla, Humphry Davy, Joseph Swan, Henry Woodward entre otros.

Vamos a ir viendo como este invento ha ido evolucionando desde hace ya más de 200 años:



1908 - Lámpara de Arco (voltaico)

1878 - Lámpara Incandescente del científico Thomas Edison

1910 - Lámpara de Neón

1930 - Lámpara de Vapor de Mercurio

1932 - Lámpara de Sodio a Baja Presión

1939 - Lámpara Fluorescente

1960 - Lámpara de Ciclo Halógeno

1964 - Lámpara de Halogenuros Metálicos

1967 - Lámpara de Sodio a Alta Presión

1987 - Lámpara de Sodio Blanco

1992 - Lámpara de Inducción

1997 - Lámpara Led (led emitting diode)

La bombilla incandescente tradicional se “apagó para siempre” (dejó de fabricarse) el 1 de septiembre de 2012 dejando el mercado a las alternativas:

Halógenas mejoradas “eco” ahorran un 20-30% frente las incandescentes, tienen una vida útil entre 2.000-3.000 horas.

Fluorescentes compactas logran ahorrar un 80% respecto las incandescentes, con una vida útil media de 6.000-15.000 horas.

Bombillas LED consiguen un ahorro del 90% frente las incandescentes tradicionales, con una vida útil de hasta 25.000 horas.

Vamos a entrar un poco en la iluminación LED por ser la tecnología actual en auge la cual, está sustituyendo a las anteriores por sus beneficios y ser la más competitiva a día de hoy.

LED (Lighting Emitting Diode) es un diodo semiconductor capaz de emitir luz. A lo largo de los años, se ha utilizado en varios dispositivos, especialmente en los botones que se utilizan para indicar el estado, como el botón de grabación de un DVD o si el dispositivo está encendido (verde) o apagado (rojo) según el color.

35

El funcionamiento de los LED, cuando los electrones pasan de la banda de conducción a la banda de valencia, pierden energía, lo que se manifiesta como la separación de fotones (partículas básicas responsables del rendimiento cuántico) con amplitud, dirección y fase aleatorias.

Las luces LED son monocromáticas, dependiendo de los materiales utilizados en los semiconductores. En base a esto, nos hemos dado cuenta de que la luz emitida es roja, azul, ultravioleta... Para lograr diferentes tonos, considerando los detalles de la luz monocromática, lo que hacemos es usar la combinación entre ellos y usar diferentes intensidades. De esta forma, podemos mezclar la luz de tres LED para obtener luz blanca, uno azul, otro rojo y por último verde. Que con ni más ni menos que los colores que forma el espacio de color RGB. Referente a la cantidad de luz que emiten, depende de la intensidad de la corriente eléctrica a la que se encuentren conectados.

Características físicas de los LED:

Luz direccional

Reducidas dimensiones

Alta resistencia a impactos

Sin fatiga por múltiples encendidos

Fuentes de alimentación de reducidas dimensiones y peso

Formatos para sustitución de lámparas convencionales

Características lumínicas de los LED:

Sin emisión de UV e IR

Alta eficacia luminosa que supera los 100 lm/W

Variedad de TC de 2.700 a 6500 K

Buen IRC 80%

Gran vida útil

Ventajas del uso de los LED

Eficiencia energética, pudiendo reducir el consumo de energía hasta en un 85% menos de electricidad.

Mayor vida útil, capaz de proporcionar hasta 45.000 horas de uso.

Luz más ecológica, no solo se debe por el ahorro energético, sino también a la composición química que la compone. No utiliza tungsteno, mercurio ni otros productos tóxicos.

Baja emisión de calor y mínimo mantenimiento, La eficiencia energética puede minimizar la radiación de calor causada por la energía desperdiciada para lograr la potencia óptica requerida por la bombilla incandescente.

ANÁLISIS ACTUAL Y ESTUDIO DE LA ILUMINACIÓN NAVIDEÑA EN LAS DIFERENTES CIUDADES

Antes de la llegada de la red eléctrica y el alumbrado que hoy conocemos en las ciudades la noche inundaba las calles, estas solo estaban puntualmente iluminadas con alguna antorcha. Las sombras lo rodeaban todo salvo en noches de luna llena las cuales podemos llegar a vislumbrar de noche.

La evolución de la iluminación en las ciudades ha cambiado mucho desde aquellas lámparas alimentadas con aceite de pescado, cera de abeja, resinas u otras sustancias por primera vez allá en el siglo XV ubicadas con suerte.

El primer germen de la iluminación en nuestras ciudades podemos atribuírselo a Sir Henry Barton, alcalde de Londres que decretó, en 1417, obligando a sus ciudadanos a iluminar el exterior de sus ventanas con antorchas durante las noches de invierno (estación de noches más largas).

En 1792, el ingeniero e inventor británico William Murdoch iluminó su casa en Redruth, Cornwall con una lámpara de gas. Esto marcó el comienzo del uso de este combustible para el alumbrado público y cambió por completo la forma de vida en el mundo civilizado. Después de iluminar la casa de campo, Murdoch comenzó a experimentar con diferentes tipos de gas natural y determinó que el gas natural producido a partir del carbón era el mejor combustible.

La primera exhibición pública de lámparas de gas se remonta a 1805. El famoso Pall Mall de Londres se convirtió en esta calle en 1809. Esta es la primera calle del mundo iluminada permanentemente por gas. En 1823, más de 300 kilómetros de calles de Londres estaban iluminadas por aproximadamente 40.000 lámparas de gas. Poco después, el gobierno de la ciudad comenzó a darse cuenta del potencial de las lámparas de gas. Las farolas originales se encendían manualmente y un “farolero” caminaba por la calle todas las noches para completar esta tarea. Años más tarde, se inventó un mecanismo de encendido automático, que encendía una llama cuando se abría el paso del gas.

Foto farol

Fuente:<https://cronosultural.blogspot.com/2016/05/el-ultimo-farol.html>



En el siglo XX, con el descubrimiento de la iluminación eléctrica, las lámparas de gas comenzaron a declinar y las razones son obvias. La mayoría de las ciudades vieron que las luces eléctricas podían iluminar las calles de manera mucho más baratas y pronto todo cambió.

En la actualidad, los tipos de lámparas son más modernos, fabricados en aluminio o cobre y quemadores de llama abierta. No importa qué combustible se utilice, de una forma u otra, la iluminación de las ciudades cambió totalmente la situación global.

Respecto al inicio del alumbrado en España, en 1826 el químico Josep Roura iluminó su laboratorio de Barcelona con una lámpara de gas. La noticia llegó a Fernando VII, quien rápidamente encargó a Roura, la construcción de una fábrica de gas y más de un centenar de farolas que iluminarían el viaje de su hija recién nacida por el centro de la capital española en 1832.

Debido al nuevo progreso en la integración de componentes electrónicos, la revolución tecnológica que estamos experimentando está impulsando el enorme desarrollo de equipos de encendido y estabilización, lo que permite que la lámpara funcione en condiciones más favorables para mejorar el ahorro de energía, la capacidad de reproducción del color y la vida útil.

Una vez satisfechas las necesidades básicas de iluminación, comenzamos a buscar su perfección y exquisitez, incorporarla a la categoría de arte acompañando a los edificios y urbanismo que sirve para nuestro deleite.

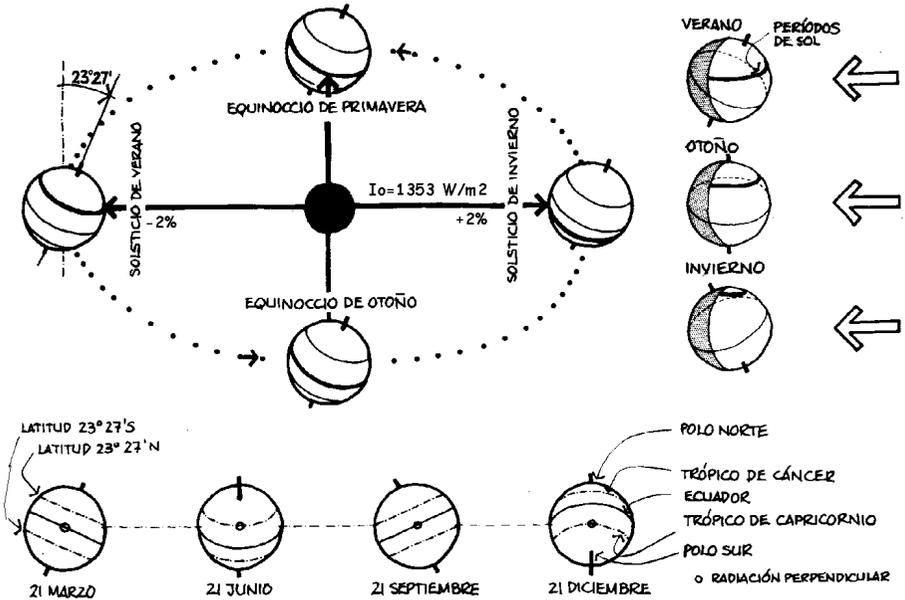
El solsticio de invierno (el término solsticio proviene del latín sol "sol" y sistere "estacionaria") corresponde al momento donde la posición del sol en el cielo forma la mayor distancia angular negativa del ecuador celeste. Según la correspondencia con el calendario, el evento del solsticio de invierno ocurre del 20 al 23 de diciembre (hemisferio norte) y del 20 al 23 de junio (hemisferio sur) de cada año.

El significado estacional del solsticio de invierno se refleja en la inversión de la tendencia del aumento de la duración de la noche y la disminución progresiva de las horas del día. El significado o interpretación de este evento no es igual en las diferentes culturas del mundo, pero la mayoría de ellas lo reconocen como un período de renovación y re-nacimiento, que conlleva festivales, ferias, reuniones, rituales u otras celebraciones.

Esquema de Movimiento de traslación del planeta Tierra.

Fuente: <https://www2.uned.es/geo-1-historia-antigua-universal/solsticio.gif>

Dependiendo del punto del planeta en el que te encuentres, los días variarán sus horas de sol y de penumbra a causa de la variación del eje rotacional de la Tierra y debido al movimiento de traslación de este alrededor del sol.

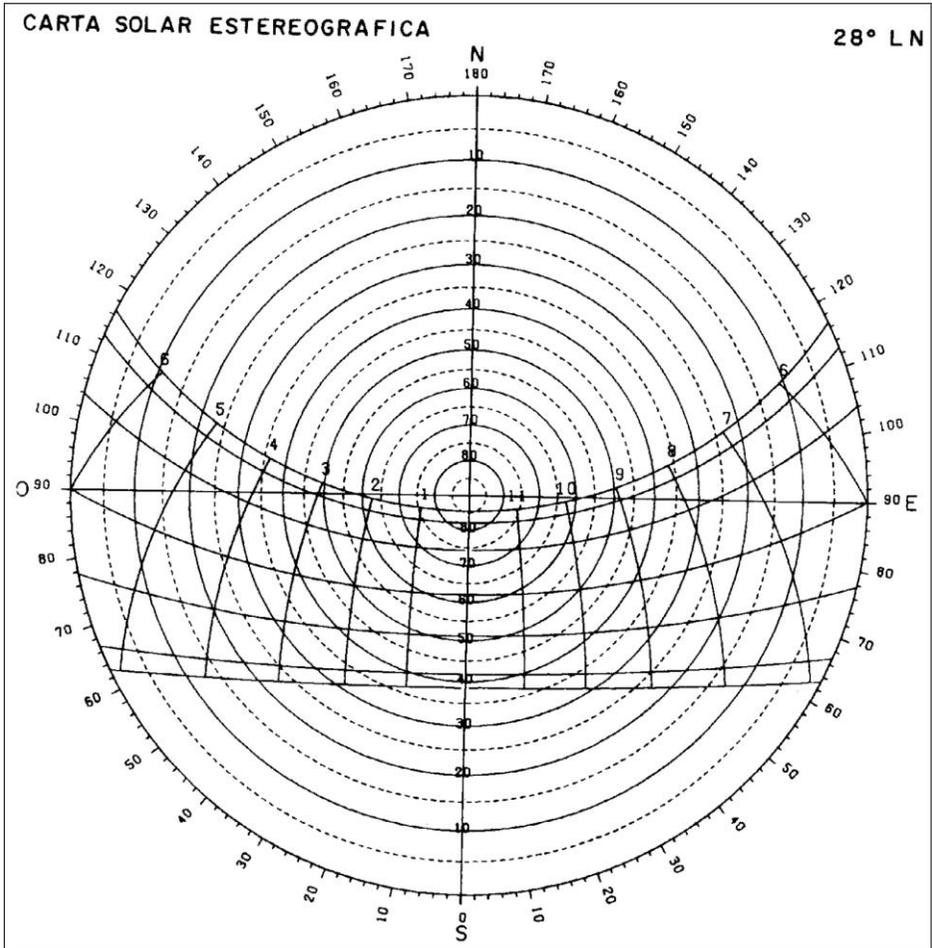


Podemos saber de manera precisa con ayuda de las diferentes cartas solares, el recorrido solar de una zona.

Un ejemplo es la carta solar estereográfica (Fisher-Mattioni), es una representación plana de la trayectoria del sol, que puede leer la posición del sol de manera bastante directa y es muy útil para estudiar espacios abiertos al aire libre (exteriores).

Existen otras cartas solares también muy útiles para el estudio del recorrido solar como la cilíndrica.

Carta Solar estereográfica Fisher-Mattioni.
Fuente: https://silo.tips/qu-eue/fisica-iii-e-instalaciones-i-curso-3-tema-52-el-clima-el-soleamiento?&queue_id=-1&v=1627045649&u=MjE3LjEzOC4xOTQuNzg=



Dependiendo de la zona donde te encuentres, sobretodo latitud, el horario solar varía, además climatológicamente por estaciones verano-invierno, primavera-otoño en base al hemisferio donde estés.

La fuente de iluminación natural de la que disponemos es el Sol, estrella que, mediante la fusión nuclear, produce Helio y otros elementos además de llegarnos a nosotros un 50% rayos infrarrojos (IR), 40% rayos visibles (VI) y un 10% de rayos ultravioleta (UV) (la cual nos aporta beneficios y peligros).

El Sol en nuestra vida juega un papel fundamental en nuestras vidas, también a nivel psicológico, influyendo en el estado de ánimo. Gracias a la luz solar producimos serotonina, una de las hormonas responsables de que nos sintamos felices. Como resultado, algunas personas en épocas del año como otoño-invierno, residentes en latitudes más alejadas del ecuador pueden sentirse alicaídas o con mayor tristeza a como estarían en primavera-verano.

NordKapp, sol de medianoche, Cabo norte, Noruega
Fuente:<https://granada.nuevaacropolis.es/images/filiales/granada/sol-de-media-noche.jpg>

El llamado sol de medianoche o día polar es un fenómeno natural que se puede observar al norte del Círculo Polar Ártico y al sur del círculo polar antártico. Durante el solsticio de verano, el sol se puede ver las 24 horas del día. Del mismo modo también existe así el fenómeno opuesto al día, siendo la noche polar.



El solsticio de invierno posee importancia cultural estando rodeado de diferentes celebraciones con una idea de fondo, reunir a las personas. Aquí unos ejemplos de las diferentes festividades en diferentes países que han existido y algunas que aún prevalece la tradición o se conservan idea o partes de ellas:

Egipto – El mito de Osiris
Cultura Celta – Yule
Grecia - Brumalia
Roma – Sol Invictus y las Saturnales
Persia – “Shab-e Yaldá” o Yalda
China y Asia Oriental - Dong zhi
Japón - Amaterasu o Amateras (siglo VII)
Kurdistán – La noche del invierno “Seva Zistanê”
Cultura eslava – Koleda
Países nórdicos – Beiwe
Mali – Goru
País Vasco – Olentzero
Galicia – Apalpador o Pandigueiro
Religión Hindú – Mitra
Religión Judía – Janucá
Religión Budista – Maia Deví
Religión Cristiana – Navidad
Papá Noel

43

Como es normal muchas hacen referencia al Sol, muchos personificándolo como un “dios”, otras buscan la recolección de alimentos y resguardarse en el hogar, danzas tradicionales las cuales “espantaban a los malos espíritus”, sacrificios de animales, personajes para que los más pequeños se portaran esos días mejor, tributo a la noche más larga del año.

Estas son unas de muchas conocidas, no cabe duda que son festividades y tradiciones de gran riqueza cultural e interés.

Utilizan diferentes espacios arquitectónicos para estas tradiciones, por mencionar uno histórico que aún se realizan hipótesis de cómo lo usaban, es el Stonehenge.

En la actualidad y lo que nos acontece en este apartado es hablar sobre la iluminación en los diferentes espacios públicos en los que las personas se reúnen en las ciudades, dando ejemplos sobre ciertas particularidades que se tienen en algunos sitios por sus culturas y ejemplos que al final en esta sociedad globalizada, se han compartido para iluminar y activar espacios públicos que en muchas zonas, con la llegada de la noche, quedaría vacías, lúgubres y aterradoras. El miedo a la oscuridad y al no saber que estamos viendo es un miedo tan primario como el miedo a caerse.

Comenzamos hablando con la particularidad en Japón. En la siguiente imagen observamos una carretera con un espacio verde el cual se encuentra iluminado de forma cotidiana con farolillos. Es un espacio que no nos transmite una seguridad total por la aparición de sombras. Con la iluminación navideña esto cambiará drásticamente.

Funaoka Park Tokyo.
Fuente:<https://insen-dai.files.wordpress.com/2009/04/funaoka-park-night-3.jpg>



En este ejemplo de un parque de Tokyo, el espacio cambia completamente, sobre todo por el factor de iluminar el suelo como si se tratase de un campo de luciérnagas apoyadas en el césped. Además de esta singular característica, también iluminan los troncos y ramas de los árboles, dando como resultado un entorno con ausencia de sombras, reactivando un espacio público que si no fuera por esta iluminación probablemente permanecería vacío o cerrado, quedando en esas horas del día inservible.

Puede que sea por casualidad pero, es curioso en la cultura japonesa, el respeto hacia el suelo, como en el interior de los edificios y hogares se descalzan, comen a nivel del suelo, también con los fundones duermen en contacto con este. Con esta iluminación a nivel de suelo de cierta forma lo protegen, generando la sensación de atracción contemplativa.

Otra comparación aparte de luces de luciérnagas podría ser destellos de cristales de nieve. También nos recuerda por el tono azul un poco al mar, también muy importante en su cultura al ser un país compuesto por un archipiélago de islas rodeado por el océano.

Por último, comentar la semejanza con la tradición del jardín seco “karesansui” donde la grava rastrillada representa el mar, aquí quedaría representado por el “oleaje” de bombillas azules.

Tokyo iluminación navideña de un parque.

Fuente:<https://insemdai.files.wordpress.com/2009/04/funakoka-park-night-3.jpg>





Puerto Victoria
Harbour. Hong Kong
Fuente:
<https://images.fineartamerica.com/images/artworkimages/mediuml...>

En el caso de Hong Kong, predomina y destaca la iluminación navideña en las fachadas de los edificios de arriba a abajo, convirtiéndose estos en lienzos para las obras lumínicas. (Como ejemplo cercano de iluminación en navidad “El Corte Ingles”)

Puerto Victoria Harbour
(iluminación navideña)
Fuente:
<https://res.cloudinary.com/hio22hxcn/image/upload/v1450572795/lqwwbapzrv6uuwa5ld5>

El Skyline nocturno de Hong Kong, con la iluminación navideña obtiene un aspecto futurista, recuerda a la ciudad de la película de “Blade Runner 2049”, donde abundan las iluminaciones por todas las fachadas con letreros muy llamativos además de ser edificios muy altos generando la sensación de avenidas estrechas.





En Medellín, Colombia, utilizan otro método curioso de iluminación para la ciudad, es en la superficie del río, combinando la iluminación eléctrica con el agua. Estas superficies de los ríos siempre están en penumbra y vemos puntualmente iluminación en puentes o pasarelas donde podemos contemplarlos.

Iluminación sobre el río. Medellín, Colombia.
Fuente:<https://cdn.unitycms.io/image/ocroped/1200,1200,1000,1000,0,0/2BvfUdfHUIs/FtIrOjCAaG284tvWfTzl-9.jpg>

Estas obras lumínicas generan estas sensaciones de movimiento, en este ejemplo, dibujando relieves de olas, dando ritmo y dinamismo al río el cual de noche no podríamos apreciar o vagamente, la corriente solo por el ruido de pequeños saltos de agua.

Iluminación sobre el río. Medellín, Colombia
Fuente:<https://pbs.twimg.com/media/EprCvoHWMAA-CY6.jpg>





Calle en Edimburgo.
Fuente:http://www.edinburghchristmas.com/images/made/images/uploads/Underbelly_Christmas_Street_of_Light-004_800_449_60.jpg

Otro ejemplo de iluminación navideña en una ciudad lo tenemos en esta calle de Edimburgo, Escocia. De repente, esta calle en navidad se convierte en un corredor de un castillo fantástico. Utiliza secciones arquitectónicas y las va disponiendo equidistantes a lo largo de la calle generando este efecto de fuga.

Calle en Edimburgo.
Fuente:<https://www.europeanbestdestinations.com/bestofeurope/best-lights-in-europe/>

Claro ejemplo de cómo revitalizar una calle en invierno, además utilizando esta combinación de colores cálidos y fríos, invita a los ciudadanos a pasear y recorrer esta sugerente calle y disfrutar.



En este caso de la ciudad de Sydney en Australia, convierte en protagonista aún más a un monumento arquitectónico dándole una iluminación mucho más llamativa, convirtiéndose en escena de diferentes proyecciones, como una forma de reclamo y entretenimiento de los habitantes los cuales se reúnen en la gran plaza a los pies del edificio.

El espacio de la plaza cambia por completo convirtiendo lo que era un sitio de paso o reposo en un cine al aire libre, invitando a pararse, girarse y mirar que están proyectando en la fachada. Al proyectar concentramos más información en un único punto, una fachada que puede contarnos aun algo más.

Este es un ejemplo, los colores llamativos y hermosos de un pavo real, pero proyectan muchísimas más imágenes, siempre esta fachada de catedral tiene algo nuevo que contarnos cada navidad.

En este tipo de ejemplos, pensando en los ciudadanos en todos los aspectos, es un método de iluminación que por ejemplo, no molestará a las viviendas con el deslumbramiento como lo hacía el ejemplo de la calle de Edimburgo.



Catedral de Santa María en Sydney, Australia. Imagen extraída de: <https://www.europeanbestdestinations.com/best-of-europe/best-light-s-in-europe/>

Iluminación navideña, Sydney, Australia. Imagen extraída de: http://www.edinburghchristmas.com/images/made/images/uploads/Underbelly_Christmas_-_Street_of_Light-004_800_449_60.jpg





North and South Block,
Nueva Delhi, La India.
Imagen extraída de:
<https://static.toiimg.com/thumb/msid61047172,imgsize145922,width1000,height562,resizemode-8/61047172.jpg>

Otra de las formas fascinantes de fusión de la iluminación y la arquitectura es este ejemplo en el North And South Block, de Nueva Delhi, en la India.

Al irse la iluminación natural y retornar la oscuridad de la noche, este tipo de iluminación, va perfilando cada arista de las piezas volumétricas que componen el edificio, dando como resultado una imagen casi sacada de un videojuego o de un programa de modelaje 3D del que percibimos el volumen por sus líneas.

Como el método de iluminación anterior, este no tiene un gran impacto de deslumbramiento incómodo para los vecinos más cercanos, tal vez se queda corto favoreciendo esa sensación de miedo a la oscuridad al tener aún bastante oscuridad en el espacio público pero el resultado es exquisito.

Iluminación navideña
Nueva Delhi, La India.
Imagen extraída de:
<https://www.elviajerofisgon.com/wp-content/uploads/2015/10/India-parth-thakkar-1024x536.jpg>

En este caso el reflejo del agua ayuda a duplicar el efecto lumínico de forma que percibimos el espacio aún más como un espacio prediseñado virtualmente que una imagen real.





De Estados Unidos nos ha llegado la cultura a través de las películas la decoración exterior de las viviendas unifamiliares, sobretodo en barrios de suburbios. Uno de los más conocidos y visitados es el barrio neoyorkino Dyker Heights en el cual sus vecinos compiten por tener el jardín mejor decorado.

Dyker Heights, Barrio de Nueva York. Imagen extraída de: <https://www.viajarsiningles.com/dyker-heights-barrio-las-luces-navidad-nueva-york/>

Respecto a la iluminación navideña en España, como en la mayoría de las ciudades, el sistema de iluminación se realiza colgado entre las fachadas de las calles, enmarcando los recorridos de las grandes avenidas o calles principales.

Los ejemplos que vamos a mostrar son de la Ciudad de Madrid, algunos colocados el año 2018 (iluminación que pude recorrer paseando una noche de diciembre con amigos antes de la pandemia). Es un tema importante la iluminación pública navideña, ya que invita a la población a salir, pasear y disfrutar de su tiempo libre reactivando los espacios públicos en las frías tardes de invierno. En algunos lugares incluso adelantan la colocación de estas a los meses de Octubre o Noviembre.

Calle de Madrid de Noche. Imagen extraída de: https://imagenes.20 minutos.es/files/image_656_370/uploads/imagenes/2019/09/30/1077524.jpg





Este diseño de dientes de león por Adolfo Domínguez, coloca estos grandes dientes de león blancos flotando por las calles, llevando la luz como una “semilla” volando delicada para germinar en la ciudad e inundarla de luz y vida.

Diseño de Adolfo Domínguez, Madrid. Fuente:<https://i.pinimg.com/originals/a7/7e/7b/a77e7b3e1950c942394a14d7c0afcd50.jpg>

El arquitecto Sergio Sebastián compone esta secuencia de catenarias invertidas en blanco y amarillo dando una espacialidad a las calles como si fuéramos recorriendo el interior de una gran catedral.

Catenarias invertidas, Sergio Sebastián, Madrid. Fuente:https://imagenes.heraldo.es/fil/es/image_990_v1/uploads/imagenes/2016/11/24/_img82601_5122...





Diseño de Purificación García, Madrid. Fuente: https://e00-el-mundo.uecdn.es/el-mundo/imagenes/2011/11/04/madrid/1320410573_1.jpg

Purificación García con su diseño de iluminación de navidad, lleno todo el espacio aéreo de cubos de colores flotando en la calle como si fueran farolillos.

Sistema sanguíneo, David Delfín. Fuente: <https://www.hola.com/imagenes/decoracion/2011122056125/iluminacionciudadesNavidad..>

David Delfín diseño estos paneles de corazones con venas rojas y azules. Con la fuga de la calle, la iluminación se fusiona creando un complejo sistema circulatorio. Además destaca como las venas rojas y azules se van entrelazando mientras que el verde de la vegetación arbórea de las calles delimita la iluminación a ambos lados (caerá pronto la hoja).



Moon, el proyecto de esta iluminación navideña diseñada por el estudio de Brut Deluxe nos narra una historia, nos vamos acercando al relieve de la Luna dibujada topográficamente a medida que vamos recorriendo la avenida nos vamos acercando a la luna o alejando (dependiendo de la dirección). Consta de 31 paneles luminosos que funcionan como un folioscopio a escala urbana.



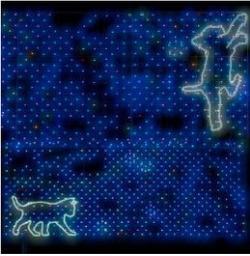
La Luna. Fuente: <https://culturacientifica.com/app/uploads/2015/02/dia274.jpg>

En la sucesión de paneles utiliza tonos azules oscuros para el espacio y blanco para la luna.

La secuencia de imágenes representa un viaje a la Luna. El proyecto utiliza el desnivel del terreno de la Gran Vía madrileña y asciende desde los extremos, la Plaza de España y el cruce con la Calle Alcalá hasta el punto más alto entre el edificio de Telefónica y la Plaza de Callao. De esta forma, la secuencia de patrones de luz logra producir un efecto de zoom como si nos estuviéramos acercando con un cohete al satélite.

Acercamiento a la Luna, Brut Deluxe. Fuente: https://www.metalocus.es/sites/default/files/styles/mopis_news_gallery_first_desktop/public/file-images/moom_granvia_metalocus_11_1280.jpg?itok=Qb2tReXS





“Lucía in the Sky” Brut Deluxe. Fuente: <https://www.metalocus.es/en/news/lucia-sky-ben-busche-brut-deluxe>

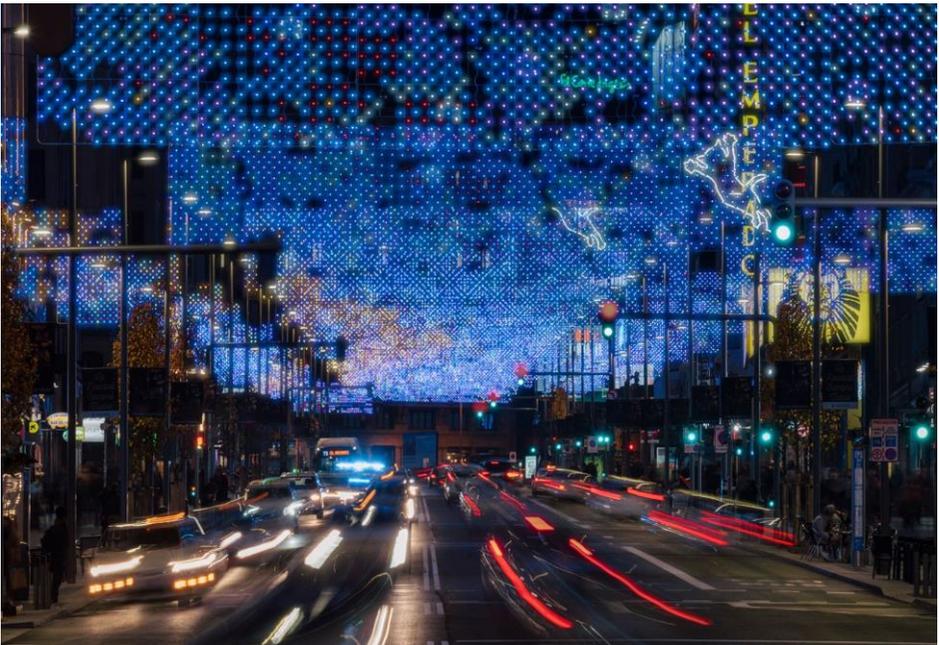
Juego de Gatos Brut Deluxe. Fuente: <https://www.metalocus.es/en/news/lucia-sky-ben-busche-brut-deluxe>

Una de las obras de Brut Deluxe en Gran Vía fue esta composición de paneles de puntos. También una composición muy narrativa. Nos cuenta la historia de un gatito que está jugando con una estrella. Se ha convertido en un clásico de la iluminación en esta temporada festiva en la capital. Se trata de una intervención en la calle más emblemática de Madrid.

La instalación lumínica, con el nombre “Lucía in the Sky” se inspiró en el espacio, en las imágenes del conjunto de galaxias y nebulosas recogidas por el telescopio Hubble intentando transmitir esa sensación de sobrecogimiento al sentirnos parte de un universo tan grande y del que aun sabemos muy poco.

Lucía es la gatita inquilina de Gran Vía la cual se asoma a determinados espacios, parece estar cazando una de las luces parpadeantes.

La instalación cuenta con un total de 360 414 Led sumando así una potencia instalada de 31kW.

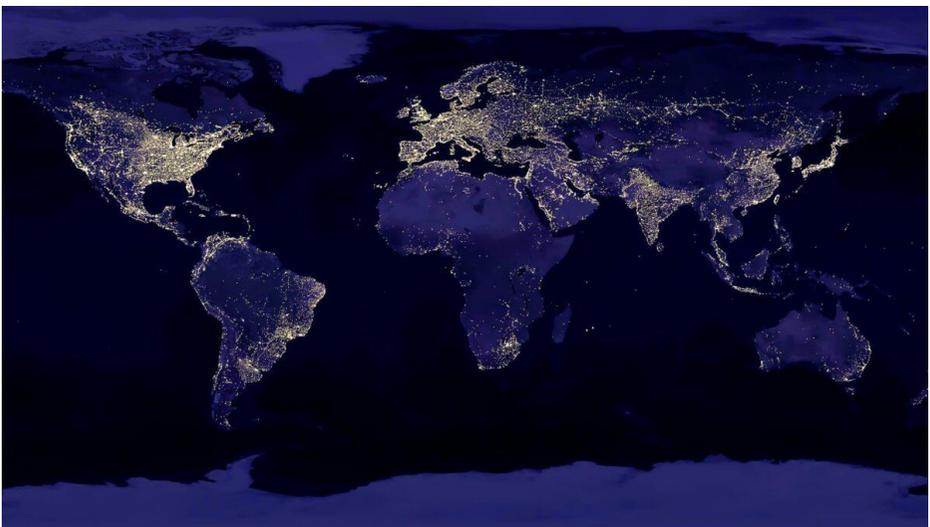


LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

"Somos polvo de estrellas que piensa acerca de las estrellas. Somos la forma en la que universo se piensa a sí mismo". (Carl Sagan)

La NASA comunicó que los astronautas podían distinguir cuando es Navidad con tan solo asomarse y ver las luces que generamos en la temporada desde el espacio.

Fotomontaje nocturno desde el espacio. Fuente: <https://www.sleepreviewmag.com/wpcontent/uploads/2021/02/artificial-light-thyroid-cancer-1200x675-cropped.jpg>



Al hablar de contaminación lumínica, los dos aspectos principales que debemos tener en cuenta son el cielo y la iluminación artificial. La contaminación lumínica es la contaminación causada por las emisiones de luz de fuentes artificiales de alta intensidad. La contaminación lumínica es el resplandor que se ve en el cielo por la noche anaranjado debido a la ineficiencia lumínica de nuestras ciudades por reflexión y difusión de la luz artificial en los gases y en las partículas del aire urbano. La luz en lugar de proyectarla hacia el suelo, la emitimos al cielo y este permanece iluminado.

Parte de la luz proyectada por el alumbrado público, los dispositivos publicitarios y las luces reflejadas por las superficies iluminadas se dirigen innecesariamente al cielo. Muchas de estas bombillas que utilizamos son prescindibles. El resultado de estas causas nos reduce la oscuridad natural de la noche y oculta gradualmente la luz de las estrellas y otros astros. El deslumbramiento también suele causar graves daños a la biodiversidad. El problema de la contaminación lumínica no es solo local. La luz se difunde en la atmósfera y sus efectos se pueden sentirse a cientos de kilómetros del origen.

58

Cómo y que produce la contaminación lumínica, este tipo de contaminación es provocada por la luz artificial reflejada y disparada hacia la atmósfera.

-Alumbrado público mal diseñado y alumbrado público que proyecta luz hacia el cielo, como el alumbrado público con las farolas convencionales tipo esfera o alumbrado público que no está el foco protegido o sin pantallas.

-Las lámparas artificiales generan demasiada luz dando exceso de lúmenes.

-El horario de iluminación artificial suele ser ineficiente muchas veces iluminando innecesariamente antes del ocaso del sol.

-La contaminación y la calidad del aire en nuestras ciudades, pues el exceso de polución favorece la reflexión y difusión de la luz.

Una buena iluminación es una iluminación eficiente que puede dirigir la luz hacia el suelo y los lados. Este tipo de iluminación es uniforme y sin deslumbramiento. Por el contrario, una iluminación deficiente es una iluminación ineficaz, que lleva mucha luz al cielo y genera deslumbramiento.

La contaminación lumínica trae consigo los siguientes efectos negativos.

-Pérdida energética, desperdiciando la luz mandándola hacia el cielo, por lo que se utilizan más energía para lograr la iluminación necesaria.

-El resplandor es peligroso para los conductores afectando la seguridad vial.

-El tráfico aéreo y marítimo se ve obstaculizado dificultándolo.

-Al generar este exceso de energía, se generan desechos contaminantes como el dióxido de carbono u otro dependiendo de las fuentes energéticas utilizadas.

-Los ciclos biológicos de varios animales y plantas, especialmente las aves e insectos, han cambiado, provocando que sus ciclos biológicos se desorienten y cambien. Incluso afectando los ciclos de sueño de las personas al tener dificultad de bloquear la penetración de la luz artificial en sus hogares.

-Pérdida del patrimonio cultural y científico, la UNESCO declaró el cielo estrellado como Patrimonio de la Humanidad en el año 2008.

Con la tecnología y actualización de las luces LED por las incandescentes estamos consiguiendo reducir considerablemente la huella de carbono aunque no es 100% libre de carbono ya que en sus diferentes orígenes de fabricación, implica contaminantes.

Los meses claramente con más emisión de luz a la atmosfera son los meses de Diciembre y Enero, los meses de la iluminación navideña y festiva. Los observatorios astronómicos se encuentran alejados de las ciudades por ser los principales focos de contaminación lumínica. Existen diferentes escalas y formas que tenemos para la medición del nivel de contaminación.



Imagen con filtro y sin filtro de la contaminación lumínica.
Fuente: https://www.photographyblog.com/uploads/entry/images/_1280xAUTO_crop_centercenter_none/irix_edge_light_pollution_filters.jpg

Nivel 1, Ubicación con cielo oscuro excelente (8.0 – 7.6)

La Luz zodiacal, gegenschein, y banda zodiacal son visibles; M33 es visible a simple vista sin problemas; las regiones de la Vía Láctea de las constelaciones de Escorpión y Sagitario proyectan sombras en el suelo; Júpiter y Venus afectan a la adaptación a la oscuridad del ojo, y es imposible ver los alrededores.

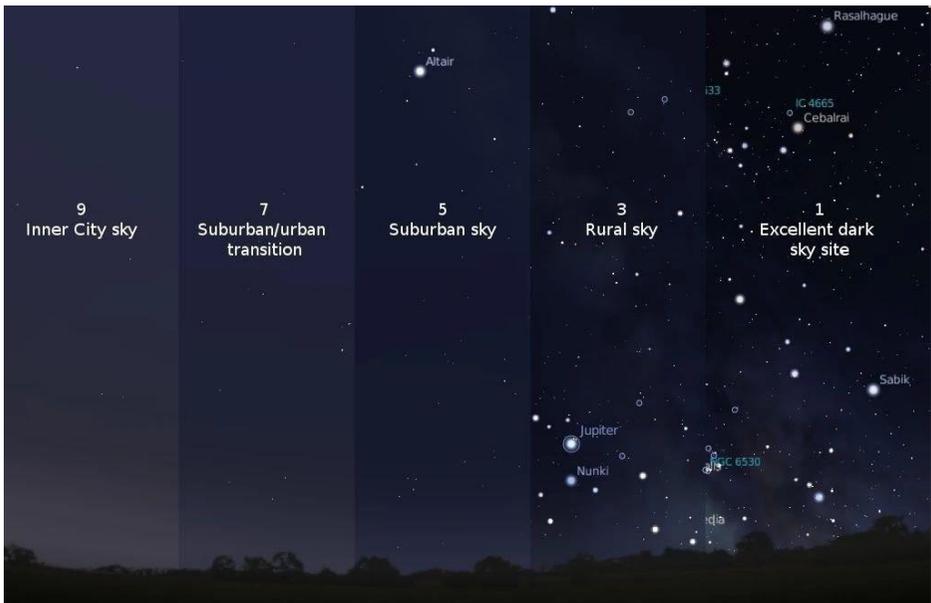
Nivel 2, Ubicación con cielo oscuro típico (7.5 – 7.1)

M33 es visible a simple vista; La Vía Láctea de verano aparece muy compleja; la luz zodiacal se ve amarillenta y proyecta sombras al alba y al crepúsculo; las nubes únicamente son visibles cómo zonas oscuras sin estrellas; los alrededores se ven visibles débilmente recortados contra el cielo; muchos cúmulos globulares del Catálogo Messier son aún visibles a simple vista.

ESCALA DE CIELO OSCURO DE BORTLE

Una de las escalas más usadas es la “Escala de cielo oscuro de Bortle” creada por John E. Bortle la cual apareció por primera vez en 2001 en la revista “Sky&Telescope”. Consta de 9 niveles o clases con los cuales “separamos por categorías dependiendo de la calidad de percibir el cosmos.

Imagen niveles de diferentes cielos la escala de Bortle. Fuente: <https://www.microsiervos.com/archivo/mundoreal/escala-cielo-oscurobortle.html>



Nivel 3, Cielo rural (7.0 – 6.6)

Se aprecia algo de contaminación lumínica en el horizonte, donde las nubes aparecen iluminadas; siguen apareciendo oscuras en la parte superior del cielo; la Vía Láctea sigue apareciendo compleja; M15, M4, M5, M22 son visibles a simple vista; M33 es fácil de ver con visión desviada; la luz zodiacal aparece impresionante en primavera y otoño y aún puede apreciarse su color; los alrededores son difíciles de ver.

Nivel 4, Transición cielo rural y periurbano (6.5 – 6.1)

Varias cúpulas de polución lumínica son visibles en varias direcciones sobre el horizonte; la luz zodiacal es aún visible, pero no tan impresionante, llegando hasta el cenit en primavera. La Vía Láctea sigue siendo espectacular, pero empieza a perder detalles. M33 es difícil de ver incluso con visión desviada y sólo a $>55^\circ$ de altura. Las nubes se ven como en el caso anterior, y es fácil ver los alrededores, incluso en la distancia.

Nivel 5, Cielo periurbano (6.0 – 5.6)

La luz zodiacal sólo es débilmente visible y en las mejores noches de primavera y otoño; la Vía Láctea aparece muy débil o invisible cerca del horizonte y en su punto más alto aparece "desgastada"; se ven fuentes de luz en todas o casi todas las direcciones; las nubes aparecen considerablemente más brillantes que el cielo.

Nivel 6, Cielo periurbano brillante (5.5 – 5.1)

La luz zodiacal es invisible. La Vía Láctea sólo es visible en el cenit; el cielo hasta una altura de 35° del horizonte aparece gris blanquecino; las nubes aparecen brillantes en cualquier parte del cielo. M33 sólo es visible con al menos binoculares, y Andrómeda es débilmente visible a simple vista.

Nivel 7, Transición cielo periurbano y urbano (5.0 en el mejor caso)

Todo el cielo tiene un tono gris blanquecino, y pueden apreciarse fuentes de luz en todas direcciones. La Vía Láctea es invisible; la Galaxia de Andrómeda y el Pesebre pueden verse -aunque mal- a simple vista; incluso con telescopios de apertura moderada, los objetos Messier más brillantes aparecen únicamente cómo las sombras de lo que son en lugares mucho mejores.

Nivel 8, Cielo urbano (4.5 en el mejor caso)

El cielo brilla blanco o naranja, y su luz permite leer; sólo los observadores experimentados pueden ver la Galaxia de Andrómeda y el Pesebre en noches propicias; incluso al telescopio sólo pueden verse objetos Messier brillantes; las estrellas que forman asterismos familiares de las constelaciones pueden ser invisibles o en el mejor de los casos débilmente visibles.

Nivel 9, Cielo de centro de ciudad (4.0 en el mejor de los casos)

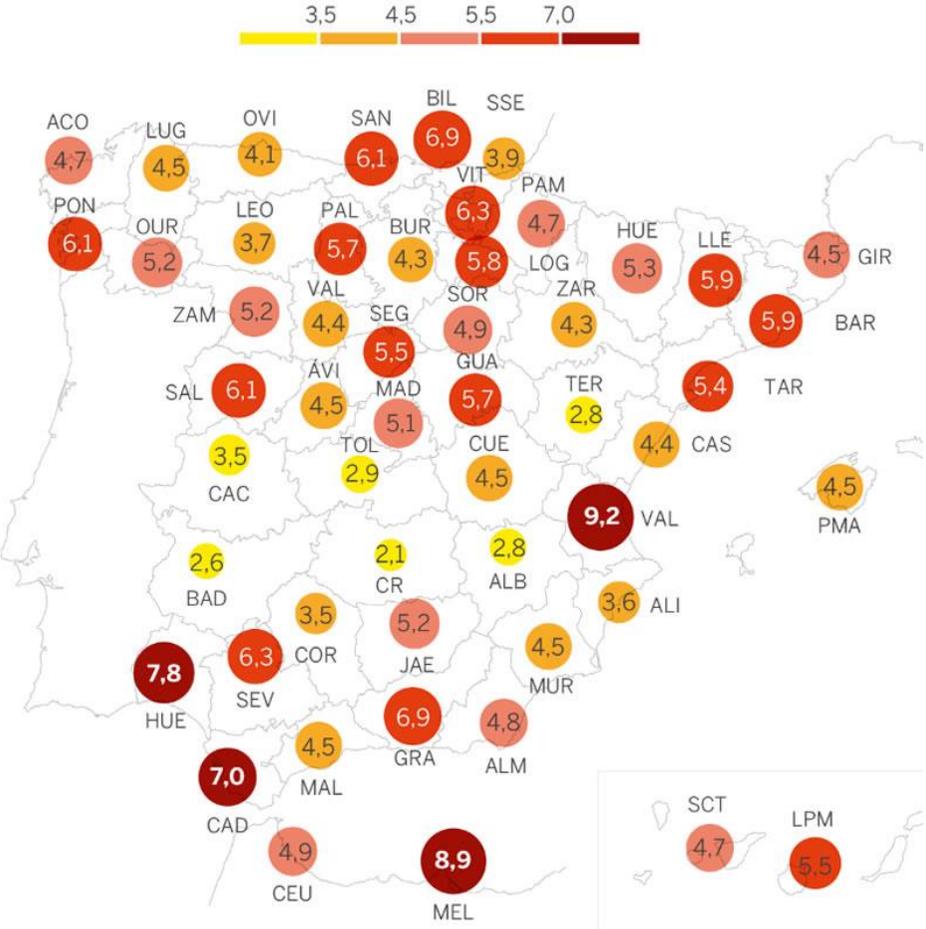
El cielo brilla intensamente y muchas estrellas, así como constelaciones formadas por estrellas débiles, son invisibles a excepción de las Pléyades, no hay ningún objeto Messier visible a simple vista; los únicos objetos que pueden verse todavía en condiciones son la Luna, los planetas, unos pocos cúmulos estelares brillantes y unos poco más.

La contaminación lumínica en las ciudades (potencia emitida por km² (miles de W) Fuente: SaveStars Consulting SL. EL PAÍS

Analizaremos conjuntamente estos datos con un estudio titulado "Ranking de la contaminación lumínica en España" publicado en el archivo científico europeo Zenodo. En este arduo trabajo se analizaron más de 2.000 municipios estudiando la potencia total de emisión hacia la atmosfera, el número total de luminarias utilizadas, farolas por km², potencia por habitante y por superficie entre otros parámetros.

LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA EN LAS CIUDADES

Potencia emitida por km² (miles de W)



Madrid y las localidades circundantes, por el tamaño de la aglomeración urbana, constituyen un enorme monstruo de luz que se ve desde cualquier punto de la península, pero Bilbao es el lugar con la contaminación lumínica más grave.

Bilbao, Valencia y Barcelona son las 3 ciudades protagonistas de este estudio porque puntúan ineficientemente en casi todos los parámetros analizados. En estas tres ciudades, los problemas relacionados con la gran escala se combinan con malos resultados relacionados con el tipo y número de farolas y la potencia emitida al cielo por kilómetro cuadrado. En este último caso, el primer lugar corresponde a los municipios relativamente pequeños: Perafort (Tarragona), Palos de la Frontera (Huelva), Teo (La Coruña), Gozón (Asturias) y Ascó (Tarragona), Valencia, Bilbao y Barcelona reaparecen en la lista.

En las islas Canarias se libraron de la contaminación lumínica porque su legislación de protección protege su patrimonio natural de las noches estrelladas.

Este estudio se ha realizado con datos del 2012 porque el instrumento con el que se mide buena parte de la contaminación lumínica no capta la luz azul (sería parte de contaminación generada por los LED, si se pudieran medir los resultados que se obtendrían serían mucho más preocupantes)

La iluminación LED aunque sea menos contaminante a nivel de la reducción de emisión de dióxido de carbono, esta es muchísimo más deslumbrante y por ende, puede generar una mayor contaminación lumínica en nuestras ciudades. Suelen emplearse en la mayoría de bombillas instaladas temperaturas de color muy contaminante, entre el blanco y el azul, superando los 4.000 grados Kelvin. La comunidad científica recomienda reducir estas a 2.200, tonalidades ámbar siendo estas mucho menos contaminantes pero son pocos los municipios que las instalan. Como alternativa lo que estamos viendo de forma más habitual es la sustitución y rehabilitación de las luminarias incandescentes por LED de forma que estas regulan la dirección del haz de luz hacia el suelo.

Por hablar un poco de presupuestos, aquí cifras y datos de algunos de los municipios más relevantes en su alumbrado navideño (año 2020, fuente de datos: <https://www.newtral.es/mapa-luces-navidad-2020/20201216/>)

Madrid, presupuesto de 4.612.149€ (1,43€ por persona)

Sevilla, presupuesto de 796.793€ (1,16€ por persona)

Vigo, presupuesto de 761.824€ (2,59€ por persona)

Zaragoza, presupuesto de 700.00€ (1,05€ por persona)

Barcelona, presupuesto de 666.234€ (0,41€ por persona)

Huelva, presupuesto de 560.648€ (3,89€ por persona)

Marbella, presupuesto de 496.921€ (3,51 por persona)

Alicante, presupuesto de 326.626€ (0,99€ por persona)

LAS CIUDADES DEL MAÑANA

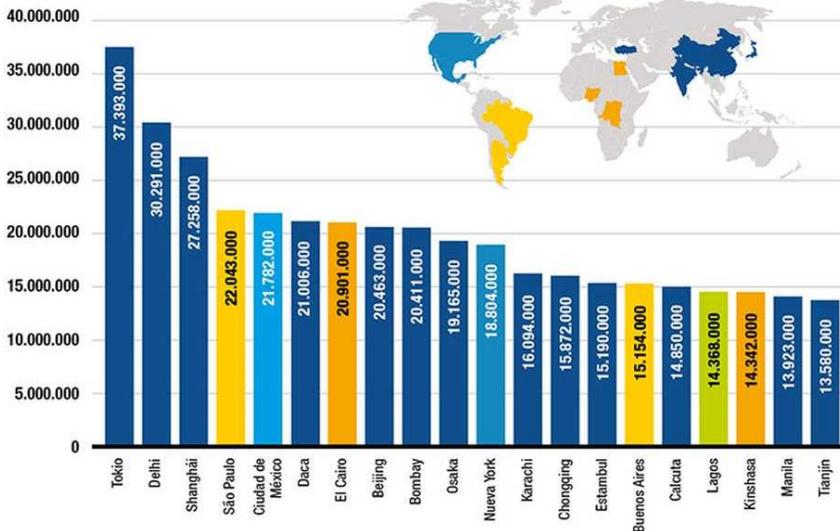
CONTEXTO HISTÓRICO

" La arquitectura futurista es la arquitectura del cálculo, de la audacia temeraria y de la sencillez; la arquitectura del hormigón armado, del hierro, del cristal, del cartón, de la fibra textil y de todos los sustitutos de la madera, de la piedra y del ladrillo, que permiten obtener la máxima elasticidad y ligereza". Antonio Sant'Elia.

Hoy, más de la mitad de la población vive en áreas urbanas. A mitad de siglo, alcanzará el 70%. Pero, hace solo 100 años, solo 2 de cada 10 personas vivían en las ciudades. Y antes de eso, el número era aún menor.

Gráfica población Mundial, 2020. Gráfico extraído de: [https://www.semmana.com/resizer/0aRzUJNB1dLNXUB075Cg_Zcpgfk=/1200x675/filters:format\(jpg\):quality\(50\)//cloudfrontus-east1.images.arcpublishing.com/...](https://www.semmana.com/resizer/0aRzUJNB1dLNXUB075Cg_Zcpgfk=/1200x675/filters:format(jpg):quality(50)//cloudfrontus-east1.images.arcpublishing.com/...)

Número de habitantes



¿Cómo hemos alcanzado semejante nivel de urbanización y que significa para el futuro?

Al principio de la historia de la humanidad, los humanos eran cazadores-recolectores cambiando a menudo de lugar en busca de fuentes de comida. Pero hace 10 000 años nuestros ancestros empezaron a aprender los secretos del cultivo selectivo y técnicas agrícolas rudimentarias.

Por primera vez, las personas podían cultivar en lugar de buscar comida, y esto dio pie al desarrollo de poblados semi-permanentes por primera vez en la historia. Al principio los poblados aun debían trasladarse al cabo de unos años porque la fertilidad de la tierra mermaba. Solo con la llegada de técnicas como el riego y el labrado de la tierra hace unos 5.000 años la gente pudo depender de una provisión de comida estable y a largo plazo haciendo posible los asentamientos permanentes. Y con este excedente de comida que generaron estas técnicas ya no era necesario que toso fueran ganaderos. Esto permitió el desarrollo de otros oficios especializados y, por tanto, de las ciudades.

70

Con las ciudades produciendo excedente de comida y herramientas, utensilios y otros bienes, ahora existía la posibilidad del comercio y la interacción a mayores distancias, y al favorecer el comercio también lo hicieron las tecnologías que lo facilitaban, como carros, barcos, carreteras y puertos. Por supuesto, estas cosas requerían aún más mano de obra para ser construidas y mantenidas por lo que más personas migraron del campo a las ciudades al haber más trabajos disponibles y más oportunidades.

Tenemos el pensamiento de que las ciudades ahora modernas estas superpobladas (que los están, como Tokio con 40 millones), sorprende que algunas ciudades como Roma en el siglo II a.C. ya alcanzaron la población de hasta un millón de personas. Una de las razones es que no había muchos medios de transporte disponibles por lo que debía de poderse ir caminando a todas partes distancias factibles para poder recorrer en un día, incluyendo a los pocos focos de agua limpia potables que existían entonces.

El territorio de la ciudad estaba aún más restringido por la necesidad de rodearlas por murallas para defenderla de los ataques invasores. El imperio romano fue capaz de desarrollar infraestructuras para vencer estas limitaciones, pero aparte de eso, las ciudades modernas tal y como las conocemos no existieron hasta la Revolución Industrial (segunda mitad siglo XVIII hasta inicio siglo XIX), cuando la tecnología sirvió a gran escala y permitió a las ciudades expandirse más en el territorio e integrarse creando servicios públicos como departamentos de policía, sanidad, y bomberos entre otros, así como redes de infraestructuras como carreteras y más tarde, las redes la distribución de electricidad.

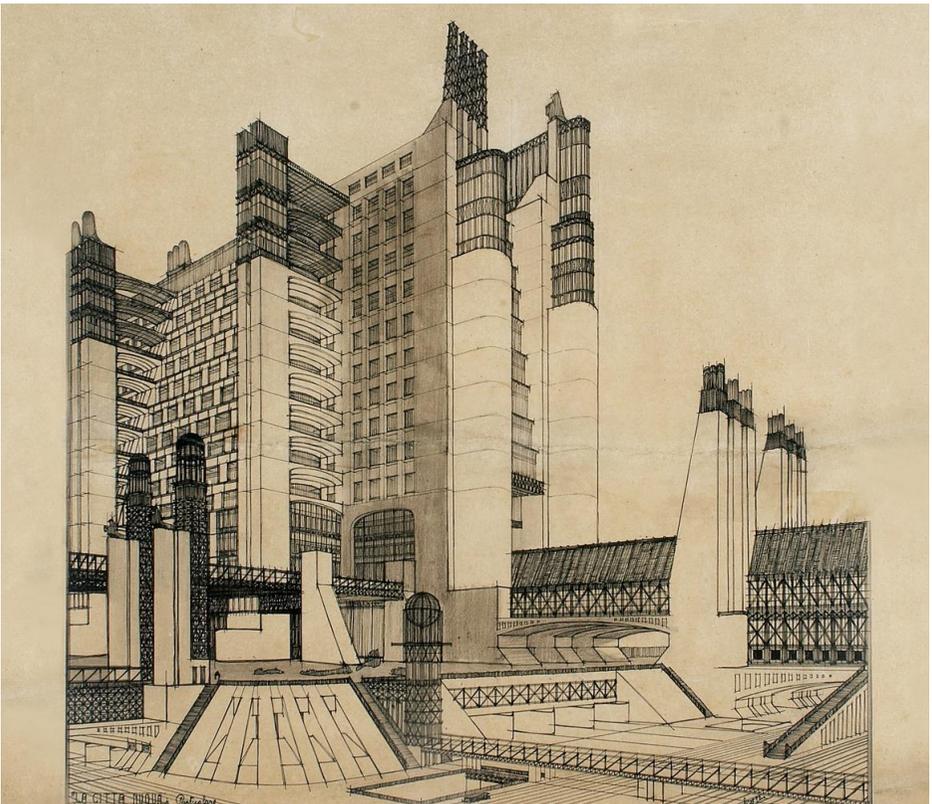
A lo largo de todo este tiempo, intelectuales, pensadores y arquitectos pensaron muchas formas y modelos de ciudades que fueran capaces de satisfacer las necesidades de sus sociedades, otros intentaban llegar más allá imaginándose como serían las ciudades del futuro. Vamos a mencionar a Antonio Sant'Elia (1888-1916) arquitecto y urbanista italiano perteneciente al movimiento futurista del año 1914, fecha donde publicó su "Manifiesto de la Arquitectura Futurista". En el expresaba sus nuevas ideas y concepción de como sería la arquitectura en las ciudades del futuro.

¿Cuál es el futuro de las ciudades?

La población mundial supera casi hoy los 8.000 millones actualmente (Este año ha sido especial por la pandemia mundial la cual nos ha dejado 35 millones de muertes en tan solo la mitad de lo que va de año 2021, con 90 millones de nacimientos) y se espera que alcance los 10.000 millones en 2050 La mayoría de este crecimiento se dará en las zonas urbanas de los países más pobres. Así que, ¿Cómo han de cambiar las ciudades para adaptarse a este crecimiento?

Primero, el mundo deberá encontrar el modo de proveer de comida suficiente, sanidad y educación para todos. Segundo, el crecimiento ha de darse de modo que no dañe a la tierra, que nos provee de los bienes y servicios que mantienen la humanidad. La producción podría trasladarse a granjas verticales y rascacielos, jardines en las azoteas, o estacionamientos vacíos en los centros de las ciudades y a la vez que la energía proceda cada vez más de diversas fuentes limpias y renovables de energía. En lugar de viviendas unifamiliares se construirán más residencias verticales. Podríamos llegar a ver ciudades más pequeñas y autosuficientes centradas en la producción local y sostenible. El futuro de las ciudades es diverso, maleable y creativo, no desarrollado ya en torno a una sola industria sino reflejando la globalización

Boceto proyecto
Cittá Nuova
(1914), Antonio
Sant'Elia. Imagen
extraída de:
<https://images.adsttc.com/media/images/5f0d/ca80/b357/65c9/0e00/0866/slide/01.jpg?1594739313>



CIUDADES LIMPIAS Y SEGURAS

Históricamente los habitantes de las ciudades que conforman una ciudad apenas sabían cómo se mueven los hilos de tejido tecnológico que las sustentaba, y como se diseña su nuevo perfil. Se cree que en el año 2050 el 75% de la población se concentrará en grandes urbes y el actual modelo de consumo y funcionamiento quedará obsoleto. Conseguir ser una ciudad eficaz para poder convertirse en una “ciudad inteligente” y para preparar el camino, las ciudades de hoy diseñan las “Smart City” del mañana.

73

La ciudad inteligente, también denominada ciudad súper eficiente o eficiente, se basa en un modelo de desarrollo urbano con base en la sostenibilidad, que pueda satisfacer plenamente el conjunto de necesidades de sus residentes, empresas e instituciones, tanto a nivel económico como ambiental, social y operativo.

El concepto de Smart City se originó a partir de la evolución de las Ciudades Digitales. En 2004 tenemos su origen en España a cargo de un trabajo realizado por el Ministerio de Industria con el desarrollo del primer plan de ciudad digital que se contemplaba en el mundo. Antes de prepararse para

este trabajo, la empresa española ACCEDA cuyo presidente Enrique Ruz Bentué, unió a más de 30 empresas de diferentes con los gobiernos de las regiones y ciudades españolas para crear una comunidad digital. Los resultados de esta reunión multisectorial dieron lugar a una breve muestra de una ciudad de 5.000 metros cuadrados, que incluía el amplio abanico de los servicios públicos, viviendas y todo lo relacionado con el entorno urbano, incluido el público. (Iluminación, transporte, mobiliario urbano y todo lo que constituye una ciudad real a día de hoy)

El proyecto pionero fue en Málaga en el barrio de “La Misericordia”.

Con origen natural de las Ciudades Digitales, estas principalmente tienen como cimientos el uso intenso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en prestación de servicios públicos de alta calidad y calidez, seguridad, productividad, competitividad, innovación, emprendimiento, participación, formación y capacitación.

Dibujo “Smart City” Imagen extraída de: https://www.afd.fr/sites/afd/files/styles/visuel_principal/public/2018-09-05-38-49/Visuel%20SC.png?itok=e-rlE18M

La mayor parte de la población mundial ya es urbanita. En España, el 80% de las personas viven en ciudades, residentes que gracias a las aplicaciones tecnológicas han cambiado la forma de relacionarse con los demás y con su entorno.



En este nuevo escenario se generan cantidades ingentes de información (tráfico, consumos energéticos, servicios públicos, seguridad, ocio, recursos turísticos). Tras la digitalización de hogares, fábricas, colegios, o espacios públicos surge una nueva ciudad, en continuo desarrollo que se nutre de los datos para gestionarse de forma más eficiente y mejorar la calidad de vida de las personas gracias a este diálogo.

La revolución tecnológica ha llegado a las ciudades, nos encontramos ante un escenario inédito con suficiente potencial como para dinamizar una nueva industria. El Plan de Ciudades Inteligentes, es un referente contando con una red de más de 60 ciudades inteligentes en conectividad y que exportan tecnología y experiencia en la gestión de energía, agua o residuos.

Este plan promueve la creación de escenarios urbanos amables, limpios, bien iluminados, seguros, atractivos para el turismo (denominándolo “turismo inteligente”). Recolecta información de diferentes sensores y cámaras de video entre otros sistemas, información procesada y enviada en tiempo real al operador de la ciudad el cual decide cómo y cuándo tomar las acciones más pertinentes, un ejemplo sería en torno a la seguridad urbana o a los tiempos de semáforo pudiendo así aliviar el tráfico rodado.

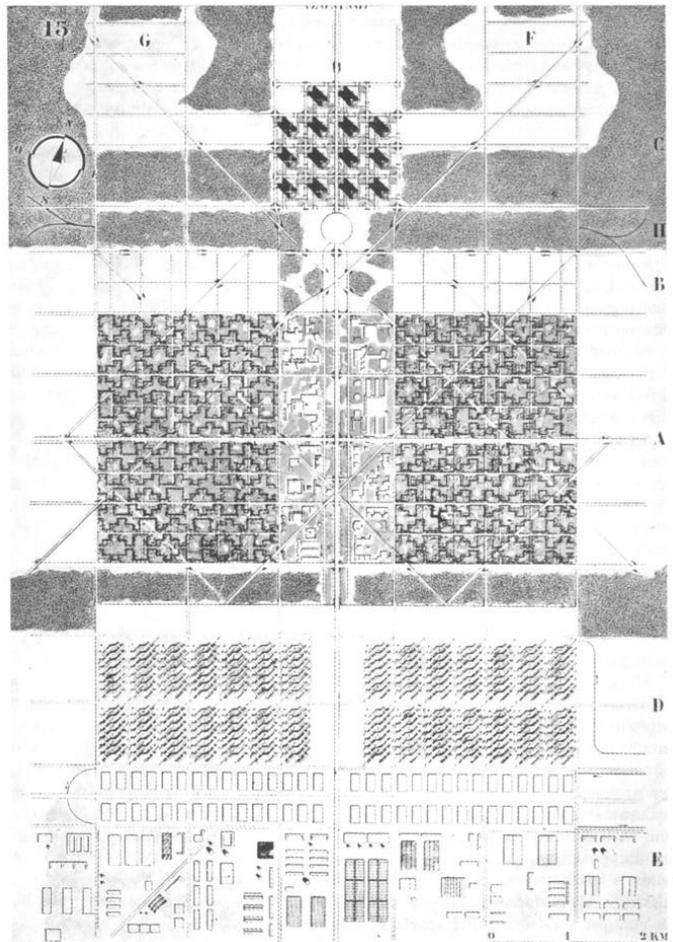
En innovación social se abren nuevos horizontes donde la tecnología permite mejorar la accesibilidad de las personas con discapacidad o crear plataformas abiertas a la participación ciudadana. Las ciudades inteligentes apuestan por la gestión eficiente de la energía y la reducción de emisiones de CO₂. Las acciones medioambientales van más allá, desde el consumo inteligente de agua hasta el tratamiento sostenible de residuos.

También la movilidad urbana experimenta una gran transformación y lleva hacia la optimización del tráfico con semáforos que responden a tiempo real, sistemas de vehículos compartidos o aplicaciones para facilitar el aparcamiento con sensores instalados en las diferentes plazas de estacionamiento de forma que los conductores pierdan menos tiempo, combustible y contaminen menos al encontrar su plaza directamente.

Existe una demanda constante de nuevos productos y desarrollos tecnológicos a favor de todos los ciudadanos cuyo crecimiento es imparable. El impulso de la ciudad inteligente se traduce en el desarrollo de mejores ciudades pero también significa la optimización de la economía y la industria.

Como una de las referencias más destacadas de planeamiento urbano en los años predecesores tenemos “Ville Radieuse” (“La Ciudad radiante”) creado por Le Corbusier en 1924 y publicado en el 1933. El slogan era “una máquina de vivir” la cual parte de una estructura antropomórfica. La metáfora de funcionamiento del cuerpo humano como el de una máquina.

Ideograma de la “Ville Radieuse” de Le Corbusier. 1924. Imagen extraída de: https://images.adsttc.com/media/images/51fa/e684/e8e4/4e82/ac00/000b/slideshow/20ville_radieuse.jpg?1375397493



"La ciudad de hoy es una cosa moribunda porque su planificación no está en la proporción de una cuarta geométrica. El resultado de un verdadero layout geométrico es la repetición, el resultado de la repetición es un estándar. La forma perfecta". Le Corbusier

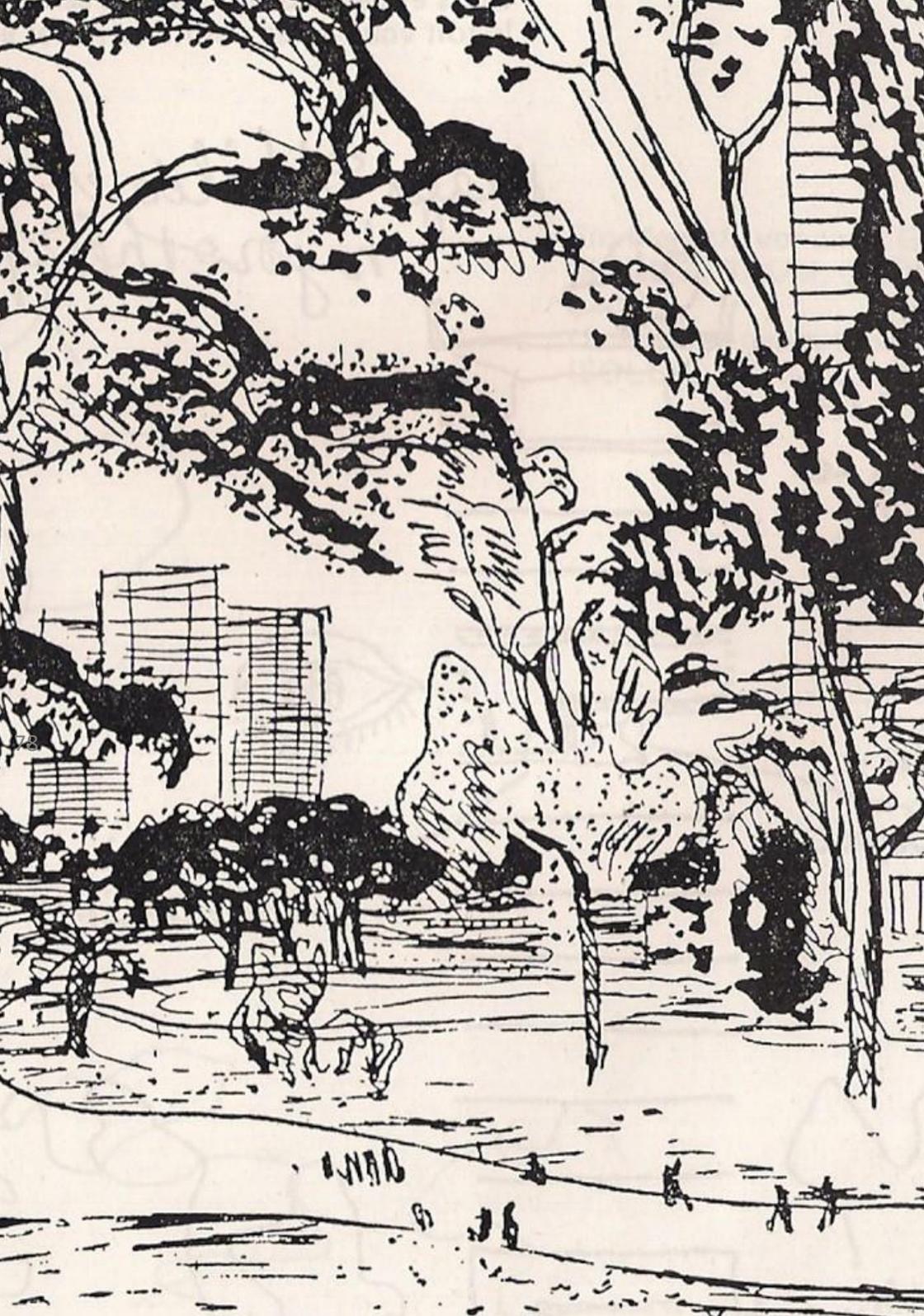
En la cabeza se encontraría la zona donde se situarían los comercios, la ciudad comercial. A continuación le seguirían la estación y el aeropuerto. Siguiendo de este esquema, en el eje vertical llegaríamos a los "pulmones", denominados "la ville Verte" fusión de la naturaleza con los edificios residenciales. Continuamos por esta columna vertebral donde ubica la zona hotelera y grandes edificios públicos. Continuando nuestro recorrido llegamos al "estomago" donde se encontraría el sector de las manufacturas y empresas de la ciudad, dejando el fuerte peso en las extremidades inferiores de la industria.

En este concepto de plan urbano inspirado en un ideograma, explicaba que ya no había periferia, la residencia se encontraba en medio donde podía crecer y modificarse amoldándose a cualquier dirección. Las manzanas o parcelas quedaban delimitadas solo por la trama de vías de circulación jerarquizadas (ortogonales o diagonales) por los diferentes medios de transporte.

Desde el punto de vista social su barrio residencial buscaba el bienestar colectivo de los habitantes, centro de su proyectos (Ville Verte) rompiendo con las jerarquías sociales para basarse en las necesidades humanas.

Le Corbusier planteo estas ciudades como modelo para ser construidas sobre las ruinas de las ciudades europeas destruidas tras la guerra. Construida por idénticos bloques verticales prefabricados para contener gran densidad para no ocupar tanto el territorio, distribuidos en una amplia zona verde y ubicada sobre cuadrícula cartesiana.

Dibujo de la "Ville Radieuse" Le Corbusier. Fuente: <https://images.adsttc.com/media/images/51fb/b379/e8e4/4e82/ac00/0066/slideshow/le-corbusiers-sketches-la-ville-radieuse-20001.jpg?1375469781>



Desde la preocupación de los altos niveles de contaminación surge el término “ciudades verdes”, caracterizadas por ser bioclimáticas y sostenibles y teniendo ciudadanos concienciados con el medio ambiente.

El objetivo principal es hacer nuestras ciudades contemporáneas en “habitables” o mejorar su calidad de aire para mejorar la calidad de vida de las personas. Utilizando la vegetación como primer recurso, ya sea con fachadas vegetales, jardines en las cubiertas, mejorando, ampliando y añadiendo nuevos espacios verdes a nuestras ciudades en espacios libres públicos o fusionándolas con los edificios.

Además de centrarnos en la mejora de calidad del aire, también tienen a mejorar el microclima ayudando con la humedad de la flora. También se plantean temas en áreas de energía con fuentes limpias y renovables, reducción de los desechos reciclando, potenciando el transporte público urbano y compartido, usando el agua justa y necesaria, y el amortiguamiento de la contaminación acústica y lumínica.

Existen diferentes ejes o estrategias de actuación en el ámbito urbano como la creación de un “Anillo Verde” que se trata de un conjunto de parques interconectados por medio de corredores o paseos (suelen enfocarse para la realización de deportes físicos como footing o ciclismo). Se crea una barrera o muralla enorme vegetal que rodea la ciudad.

Las 5R, de las conocidas 3R: Reducir, Reutilizar, Reciclar, se unen al plantel Responsabilizar (a quienes generan un residuo peligroso o casi no reciclable) y Rechazar (no comprar productos envueltos en envases que generen residuos innecesarios, como el plástico)

En la arquitectura se apuesta por la integración de vegetación, como por ejemplo el arquitecto italiano Stefano Boeri en su obra “El Bosco Verticale” tratándose de un proyecto compuesto de dos torres rascacielos residenciales que albergan muchísimas especies vegetales cubriendo sus fachadas, construido en Milano, en los límites del barrio Isola.

Siendo un proyecto ambicioso de reforestación urbano, pretende aumentar la biodiversidad vegetal y animal a través de la densificación vegetal y residencial liberando el terreno. Tan innovador que en 2014 ganó el premio del International Highrise Award, como “rascacielos más bello e innovador del mundo” siendo elegido entre ochocientos más.

Es un ejemplo en el uso de la vegetación en altura y en proporción, con su fachada viva que va cambiando según las estaciones del año, albergando el edificio numerosos árboles además de contener una densificación urbana que equivaldría a unos cincuenta mil metros cuadrados de espacio residencial.

Bosco Verticale,
Steffano Boeri.
Imagen extraída:
https://ep00.epimg.net/elviajero/imagenes/2018/08/02/album/1533213388_929186_1533214089_album_normal.jpg

El futuro irá hacia las “Smart Cities” o ciudades inteligentes que, como sabréis, son las que aplican las TIC (tecnologías de la información y comunicación) para lograr un incremento de la calidad de vida de los ciudadanos y un desarrollo sostenible. Pablo Alvarez, Coloquio World Green Building Week) (un espacio verde no puede funcionar si no forma parte de un todo)



TENDENCIA AL CONSUMO NULO

En la actualidad buscamos construir edificios lo más eficientemente energéticos y que además sean ecológicos y sostenibles para el medio ambiente de forma que son capaces de reducir su gasto e incluso edificios sin consumo.

Nace en 1988 el término “Passivhaus” de la palabra inglesa *passive* y del alemán *haus* pronunciado en una reunión por los profesores Wolfgang Feist (del Institut für Wohnen und Umwelt) y Bo Adamson (de Lund University, Suecia). En 1996 se fundó el Passivhaus Institut en Darmstadt para controlar, promover e impulsar este modelo.

Una Passive house es una vivienda que prácticamente no consume ni demanda energía para climatizarse. No se trata de un diseño en concreto ni de unos materiales específicos sino de un modo de construir. El término “Passivhaus” es entendido como un estándar de construcción el cual busca la eficiencia energética, el confort interior, ser ecológico y asequible económicamente.

Para poder certificar una vivienda passive house se tienen que cumplir los siguientes parámetros relativos a la demanda, consumo, carga energética y a la estanqueidad.

Se tiene en cuenta la compactidad del edificio, la orientación y la protección solar. Las fachadas son diseñadas con grandes aberturas hacia el sol que actúan como captadores de calor en invierno. Así mismo se utilizan aleros, pérgolas y lamas para proteger estas aberturas de la incidencia solar en verano manteniendo la vivienda fresca. Los sistemas constructivos utilizados favorecen una envolvente continua que minimiza los puntos conflictivos donde pueden producirse filtraciones térmicas imposibilitando de esta manera la aparición de condensaciones. Los cerramientos utilizados en una vivienda pasiva son eficientes y de una alta calidad, como por ejemplo, las ventanas disponen de triple vidrio con cámara rellena de gas argón, garantizando los valores de transmitancia térmica exigidos por el Passivhaus Institut.

La calidad y espesor de los aislamientos utilizados, las pérdidas energéticas a través de fachadas, cerramientos, soleras y cubiertas son mínimas. En una casa pasiva el aislamiento es continuo y recorre toda la envolvente térmica del edificio. Todos los puntos conflictivos susceptibles de filtraciones de aire son protegidos con diferentes soluciones térmicas y materiales especializados. Una casa pasiva tiene limitado el máximo edificaciones de aire, a menor o igual que 0,6 renovaciones/hora. De poco serviría una vivienda con este nivel de hermeticidad y aislamiento si para ventilar precisáramos abrir las ventanas y perder la energía acumulada en el interior.

Una casa pasiva va equipada con un sistema de ventilación mecánica con recuperador de calor que garantiza una renovación constante del aire viciado durante las 24 horas del día, consiguiendo de esta manera una elevada calidad del aire interior al reducir la presencia de polvo, ácaros, polen y otras partículas nocivas. Este sistema de ventilación admite aire fresco directamente desde el exterior purificado mediante filtros. Una vez filtrado y climatizado es conducido a todos los espacios secos de la casa como

dormitorios, salón y comedor. El de los cuartos húmedos es expulsado y conducido al exterior facilitando la eliminación de malos olores limitando la formación de condensaciones y mohos superficiales. Antes de ser expulsado del exterior, el sistema extrae hasta un 90% del calor del aire climatizado para calentar fresco entrante, disminuyendo así el esfuerzo de los equipos de climatización para calentar la vivienda, lo que provoca un significativo ahorro energético. En verano el sistema funciona de forma inversa refrescando el ambiente.

Se estudia que la energía consumida sea suministrada por fuentes de energías renovables. Además en este tipo de viviendas se sigue una rigurosa evolución de los edificios desde su anteproyecto hasta su ejecución y obra.

Existen diferentes categorías en la certificación: Classic, Plus y Premium cuyas categorías dependen de la demanda energética primaria renovable (PER) y de la generación de energía renovable.

Classic Demanda PER 60 kWh/m²a

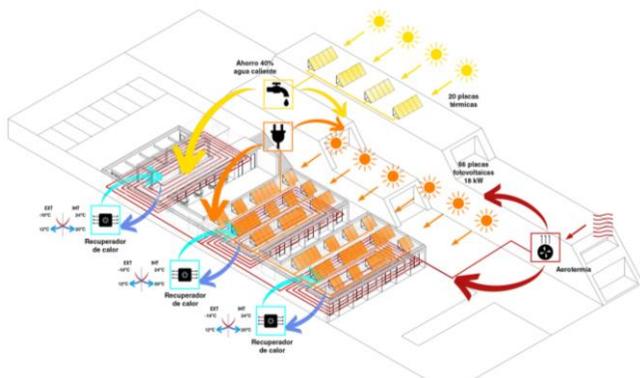
Plus Demanda PER 45 kWh/m²a y generación de energía renovable 60 kWh/m²a

Premium Demanda PER 30 kWh/m²a y generación de energía renovable 120 kWh/m²a

Así mismo, para la obtención del certificado de passive house deberán poseer una demanda energética de calefacción inferior al 15 kWh/m², con una carga de calefacción menor a 10 W/m², una frecuencia de sobrecalentamiento (25°C) inferior a 10% o siendo su demanda energética de refrigeración menor de 15 kWh/m²a (+0,3 W/m²aK TGH-horas de grado seco en el caso de certificación Classic o con deshumidificación en el caso de certificación Plus y Premium) y deberán tener una hermeticidad n50 menor de 0,60 renovaciones/hora.

Los beneficios que nos aporta una vivienda pasiva son:
Un importante ahorro energético, consume menos de energía que una convencional.
Confort interior, todas las estancias de la vivienda presentan la misma temperatura tanto en invierno como verano de 21-23 grados de media.
Calidad del aire, gracias a los sistemas de ventilación mantiene el aire interior libre de partículas nocivas, eliminan los olores y impiden formación de condensaciones.
Aislamiento acústico, gracias a la calidad y el espesor de los aislamientos utilizados y la gran hermeticidad de la construcción, reduce drásticamente la transmisión de ruidos del exterior.
Respetuoso con el medio ambiente, al ser edificios con reducidas o nulas emisiones de CO2 ayudando reduciendo la huella de carbono.

Primera Residencia de Ancianos Passivhaus en Camarzana de Tera (Zamora), CSO . Imagen obtenida de:<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/938455/residencia-de-ancianos-passivhaus-cso-arquitectura>



INVESTIGACIÓN, PROPUESTAS Y RESULTADOS

INVESTIGACION Y MANTENIMIENTO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

El campo de la investigación con la bioluminiscencia con vegetación, podemos datarlo en el 7 de Octubre de 1986 donde se publicó en la revista "Science" por los departamentos de Biología y Química de la Universidad de California, San Diego, La Jolla, el artículo que nos confirma que se había logrado traspasar la bioluminiscencia por ingeniería genética insertando los genes de las luciérnagas encargados de esta luz a las plantas de tabaco.

Abstract de la Noticia. Revista Science. Fuente: <https://science.sciencemag.org/content/234/4778/856>

87

Science

The luciferase gene from the firefly, *Photinus pyralis*, was used as a reporter of gene expression by light production in transfected plant cells and transgenic plants. A complementary DNA clone of the firefly luciferase gene under the control of a plant virus promoter (cauliflower mosaic virus 35S RNA promoter) was introduced into plant protoplast cells (*Daucus carota*) by electroporation and into plants (*Nicotiana tabacum*) by use of the *Agrobacterium tumefaciens* tumor-inducing plasmid. Extracts from electroporated cells (24 hours after the introduction of DNA) and from transgenic plants produce light when mixed with the substrates luciferin and adenosine triphosphate. Light produced by the action of luciferase was also detected in undisrupted leaves or cells in culture from transgenic plants incubated in luciferin and in whole transgenic plants "watered" with luciferin. Although light was detected in most organs in intact, transgenic plants (leaves, stems, and roots), the pattern of luminescence appeared to reflect both the organ-specific distribution of luciferase and the pathway for uptake of luciferin through the vasculature of the plant.

El origen de estos estudios se lo debemos al farmacólogo francés Raphaël Dobois realizó las primeras investigaciones sobre los fundamentos químicos de la bioluminiscencia. Durante los años 1885 hasta 1892 estudio a dos especies, las luciérnagas tropicales del género *Pyrophorus* y el molusco bivalvo *Pholas dactylus*. Asentó la teoría del fósforo y probó que el fenómeno de la bioluminiscencia era una reacción química, proceso de oxidación química enzimática en la que intervienen dos sustancias: una resistente al calor y que se consumía en presencia de la otra y esta que actúa como catalizador que se destruye al alcanzar una temperatura más o menos elevada.

Raphaël Dobois nombró a esta primera sustancia luciferina llamando a la segunda luciferasa.

Traducción al
Castellano.
Abstract de la
Noticia. Revista
Science. Fuente:
<https://science.sciencemag.org/content/234/4778/856>

Esta reacción en comparación con las que surgen en las reacciones quimioluminiscentes, las bioluminiscentes se caracterizan por un alto rendimiento frente las de las reacciones que suceden en la quimioluminiscencia, siendo en los procesos bioluminiscentes las enzimas quienes desempeñan y se encargan del papel más importante.

El gen de la luciferasa de la luciérnaga, *Photinus pyralis*, se utilizó como indicador de la expresión génica mediante la producción de luz en células vegetales transfectadas y plantas transgénicas. Se introdujo un clon de ADN complementario del gen de luciferasa de luciérnaga bajo el control de un promotor de virus vegetal (promotor de ARN 35 S del virus del mosaico de la coliflor) en células de protoplasto vegetal (*Daucus carota*) mediante electroporación y en plantas (*Nicotiana tabacum*) mediante el uso de *Agrobacterium tumefaciens* plásmido inductor de tumores. Los extractos de células electroporadas (24 horas después de la introducción del ADN) y de plantas transgénicas producen luz cuando se mezclan con los sustratos luciferina y trifosfato de adenosina. La luz producida por la acción de la luciferasa también se detectó en hojas o células no interrumpidas en cultivo de plantas transgénicas incubadas en luciferina y en plantas transgénicas completas "regadas" con luciferina. Aunque se detectó luz en la mayoría de los órganos en plantas transgénicas intactas (hojas, tallos y raíces), el patrón de luminiscencia pareció reflejar tanto la distribución específica de órganos de luciferasa como la vía de captación de luciferina a través de la vasculatura de la planta.

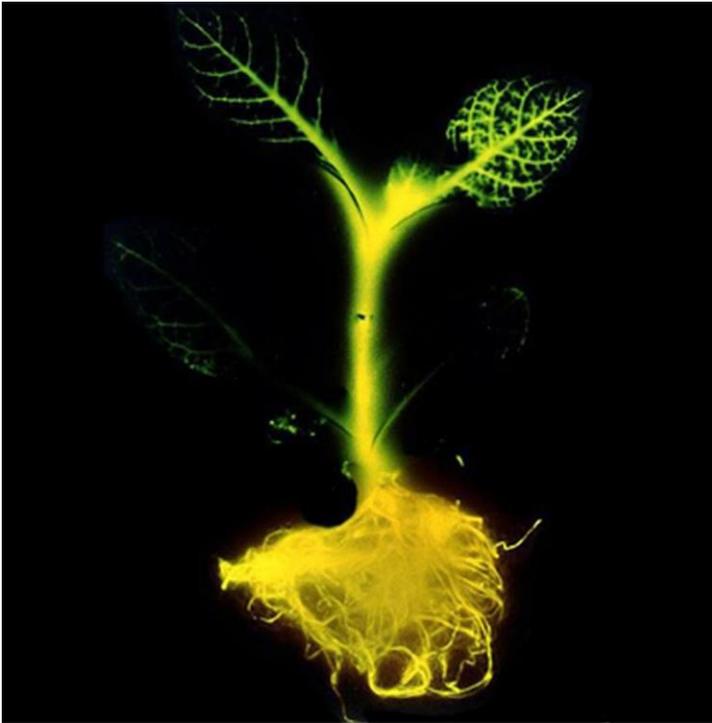


Imagen de planta bioluminiscente.

Imagen extraída de:

[https://elcomercio.pe/resizer/Jkce2OuOe7Wb1Zxl4mcfist6rrs=/1200x1200/smart/filters:format\(jpeg\):quality\(75\)/arc-anglerfish-arc2-prod-elcomercio.s3.amazonaws.com/public/2RUGPVX725G5JD5Q4KTE4IW6WQ.jpg](https://elcomercio.pe/resizer/Jkce2OuOe7Wb1Zxl4mcfist6rrs=/1200x1200/smart/filters:format(jpeg):quality(75)/arc-anglerfish-arc2-prod-elcomercio.s3.amazonaws.com/public/2RUGPVX725G5JD5Q4KTE4IW6WQ.jpg)

Atrás hemos mencionado la obtención artificial de la primera planta bioluminiscente en 1986 a través de un experimento que añadió la genética de luciferasa de luciérnaga en plantas de tabaco. No obstante, esta planta debía nutrirse externamente de luciferina para emitir luz, no brillando por sí misma independientemente.

89

Un avance de este nuevo intento es el descubrimiento de que los cloroplastos (los antiguos descendientes de las bacterias que viven con las plantas) conservan la capacidad de leer el ADN a través de los operones, por lo que es completamente factible insertar nuevos operones en el genoma del cloroplasto. Este nuevo proyecto garantiza aumentar la intensidad luminosa en las plantas mediante la inserción de componentes bastante similares de ADN bacteriano en el ADN vegetal. Aunque la fuerza de estas plantas de primera generación aún es débil, la idea a largo plazo es aprovechar la luz natural que emiten las plantas.

PROPUESTAS

“La ciencia ha superado a la ficción y la utopía de hoy es la realidad de mañana”. Alberto T. Estévez (Proyecto Barcelona Genética, 2005)

El grupo de investigación Genetic Architectures, dirigido por Alberto T. Estévez, con su proyecto “Genetic Barcelona Project” tiene como objetivo poder crear genéticamente vegetación bioluminiscente destinada al uso urbano y doméstico.

En este proyecto comenzaron con el estudio de la GFP (Green Fluorescent Protein), ya que era la más estudiada la cual los genetistas utilizan bastante como señalizadores celulares.

Genetic Barcelona Project, 3ª face, 2011-2014.

Genetic Architectures.

Fuente:http://geneticarchitectures.veebly.com/uploads/3/5/4/0/3540960/3523760-orig_orig.jpg

91



El objetivo final es la reducción del consumo eléctrico mundial. Con ejemplo en Barcelona, el mantenimiento empleado para sus farolas (personal para el mantenimiento, repintado, arreglo de desperfectos o reposiciones de farolas rotas o accidentadas) ya genera un gasto de 10 millones de euros además del consumo eléctrico que generan al estar en continuo funcionamiento, con un horario que mantiene el iluminando durante todas las horas de la noche aunque no pasen ciudadanos frecuentemente en las calles por esas horas. Añadiendo a esto pensando a lo grande, faltaría añadir el conjunto de todas las ciudades de los cinco continentes del planeta. Como resultado obtenemos un consumo astronómico y desmesurado que debemos minimizar para darle un respiro al planeta.

Fotomontaje de la Casa Milà (La Pedrera) de Antonio Gaudí con arbolado público modificado genéticamente
Fuente:http://geneticarchitectures.weebly.com/uploads/3/5/4/0/3540960/01_orig.jpg

Esta propuesta de solución también busca la potencialidad del uso urbano de los árboles en nuestras ciudades.



La empresa Bioglow es una de las primeras que consiguió obtener una planta capaz de brillar y emitir su propia luz durante todo su ciclo de vida. Esta primera planta recibió el nombre de Starlight Avatar en honor a la película de Avatar de James Cameron donde aparecían entornos naturales repletos de plantas bioluminiscentes fantásticas.

Starlight Avatar se creó a partir de la genética de bacterias marinas en combinación con la especie *Nicotiana glauca*. Los cuidados que necesitaba para que generase luz de forma óptima este primer prototipo eran permanecer en un entorno con una temperatura de 25-26°C y recibir una intensidad de luz entre los 5.000 y 10.000 lux (una tercera parte de la intensidad de la luz solar directa)

Primeras plantas
comerciables
bioluminiscentes.
Imagen extraída
de:<http://www.eljardinonline.es/wp-content/uploads/2014/01/bioluminiscente2.jpg>

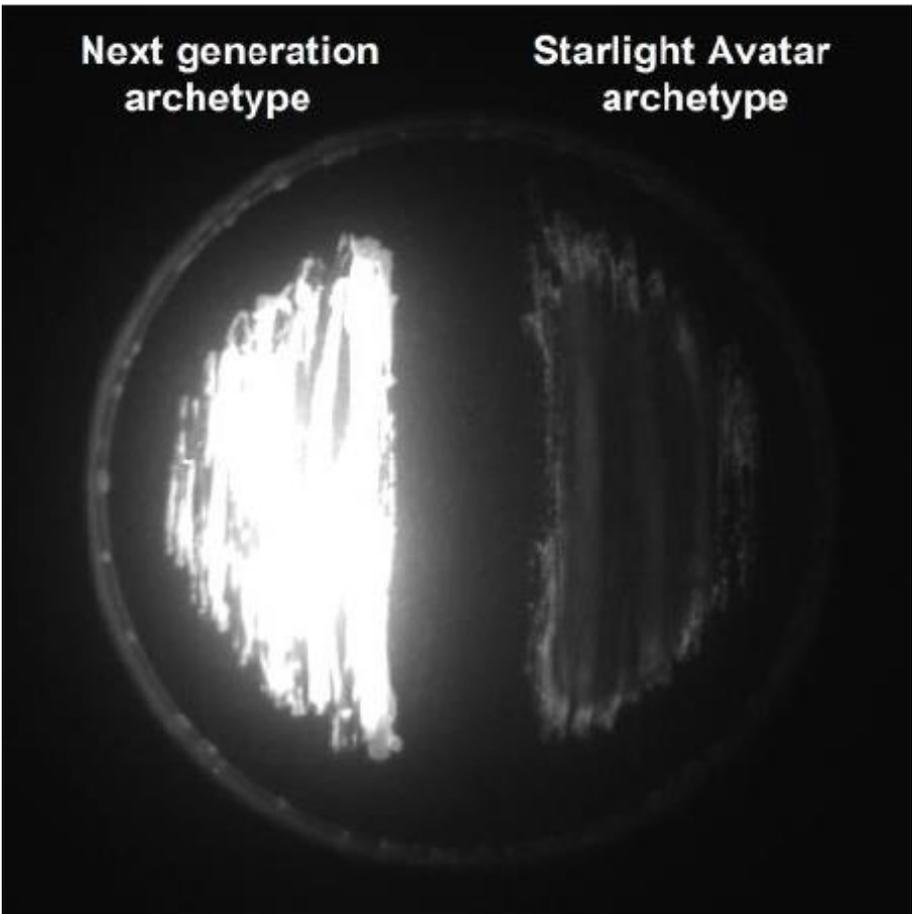


Evolución del proyecto Starlight Avatar. Bioglow. Imagen extraída de: <http://www.releasewire.com/multimedia/photos/breakthrough-in-glowing-plants-technology-63634.htm>

La luz que emitían estas plantas de primera generación era verde-azulada, tenue, cuya intensidad aún era baja pero dotaba de una mínima visibilidad en un cuarto convencional oscuro siendo optimistas.

El producto comenzó a comercializarse en el mercado estadounidense a principios de 2014.

La compañía ha ido anunciando sus avances, de los más prometedores es la mejora en el aumento de brillo en los organismos de las nuevas generaciones.



Otra de las precursoras que trabaja con la tecnología bioluminiscente es la compañía francesa Glowee se encuentra desarrollando a partir de microorganismos naturales los cuales pueden cultivarse de manera ilimitada, materia bioluminiscente natural mejorando estos microorganismos para hacerlos más eficientes respecto su producción de luz (intensidad, estabilidad, eficiencia y duración)

Busca colaborar con las diferentes partes encargadas de llevar esta tecnología a la arquitectura y a nuestras ciudades en fachadas de edificios, espacios públicos formando parte de nuevos pavimentos, luminarias ecológicas en paseos y zonas residenciales, paneles publicitarios, marcado a los márgenes del viario rodado y más ejemplos para que día a día, convivamos y conozcamos más esta fuente de luz natural y contribuyamos para obtener un futuro más limpio consumiendo menos.

Render de cartel publicitario.

Empresa Glowee
Fuente:static.wixstatic.com/media/7478f6_e0eb934e26e24cbfbad4e97842e78125~mv2_d_4080_2720_s_4_2.jpg/v1/fill/w_552,h_480,al_c,q_80,usm_0.66_1.00_0.01/7478f6_e0eb934e26e24cbfbad4e97842e78125~mv2_d_4080_2720_s_4_2.webp



Continuando con el estudio y los experimentos de los microorganismos para la obtención de luz natural tenemos el proyecto de Bioluminiscent Divices for zero-electricity lighting, con Eduardo Mayoral arquitecto y su equipo en OutArquías HUM853.

Investigan el desarrollo de las poblaciones unicelulares de algas y bacterias capaces de emitir luz que podamos percibir para poder introducir estos microorganismos en distintos elementos capaces de mantener estas especies para poder usarlo como nos plazca.

Render de un uso de "cadena" de microorganismos en un bosque. Imagen extraída de:<https://eduardomayoral.files.wordpress.com/2010/07/wood.jpg?w=594&h=419>

En este ejemplo, el sistema en cuestión traza una ruta en el interior de un bosque, una serpiente luminosa enroscándose entre los árboles, que traza y guía a los caminantes para que no se pierdan. Esta luz verde se integra perfectamente generando esta ruta de senderismo, emitiendo una luz tenue y suave la cual, no genera contaminación lumínica, abrigada y tamizada por el follaje de los árboles.



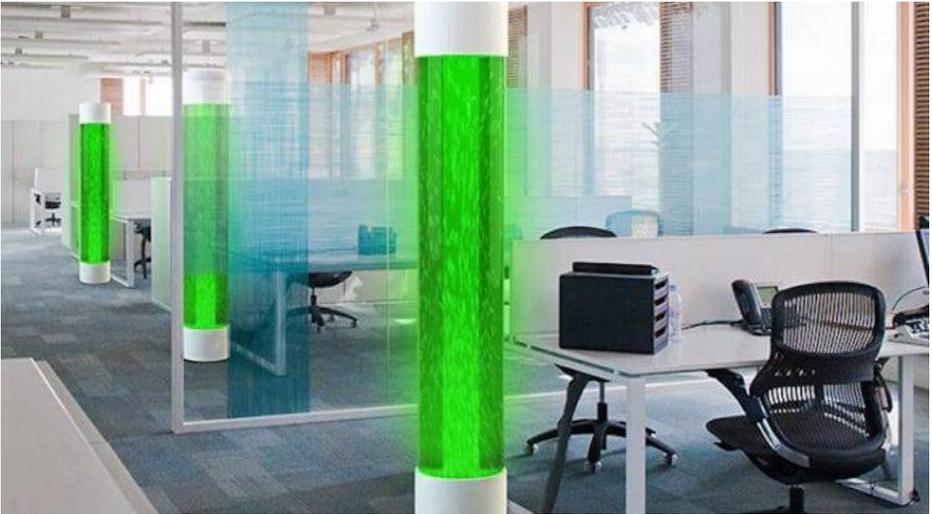
La lámpara de algas capaz de generar luz propia y captadora de CO_2 , una idea convertida en invento por el bioquímico francés Pierre Calleja.

Fundador de la empresa Fermentalg, la cual estudia mediante la investigación de las microalgas soluciones sostenibles para el futuro buscando las algas con más potencial de todo el reino vegetal. La producción de estas algas se realiza mediante fermentadores sin tener que usar tierra y no están sujetas a estaciones climáticas. Se cultivan con azúcares en vez de luz solar.

La lámpara sustentada por microalgas contenidas en un cilindro es capaz de absorber el CO_2 del aire, teniendo una comparativa de captación similar a 150-200 árboles (Absorben una tonelada de CO_2 al año). Es evidente que para realizar el proceso de la fotosíntesis necesitan luz solar por lo que estas lámparas deben estar situadas donde les bañe la luz solar siendo ideales para entornos exteriores como farolas en calles urbanas dando una iluminación que ayudaría a reducir el gasto energético y reducir considerablemente la contaminación y en vías rodadas donde no se requiere demasiada iluminación.

Pierre Calleja,
bioquímico
fundador de
Fermentalg.
Imagen extraída
de:<https://www.formule-verte.com/wp-content/uploads/2014/02/fermentalgCallejaBD.jpg>





Prototipos de:
<https://ilamparas.com/blog/ilamparas.com/wp-content/uploads/2016/11/Pierre-Calleja-lampara-algas-750x410.jpg> y
<https://i2.wp.com/www.tecnocarreteras.es/wp-content/...>

Este invento ya está en funcionamiento y se está utilizando además de en exteriores, en interiores donde llega luz solar iluminando estas zonas durante la noche. Uno de sus prototipos está instalado en una de las vías rodadas interurbanas de Burdeos. Actualmente la empresa Fermentalg preserva más de 2500 cepas mediante criopreservación para sus desarrollos futuros y base para su producción.

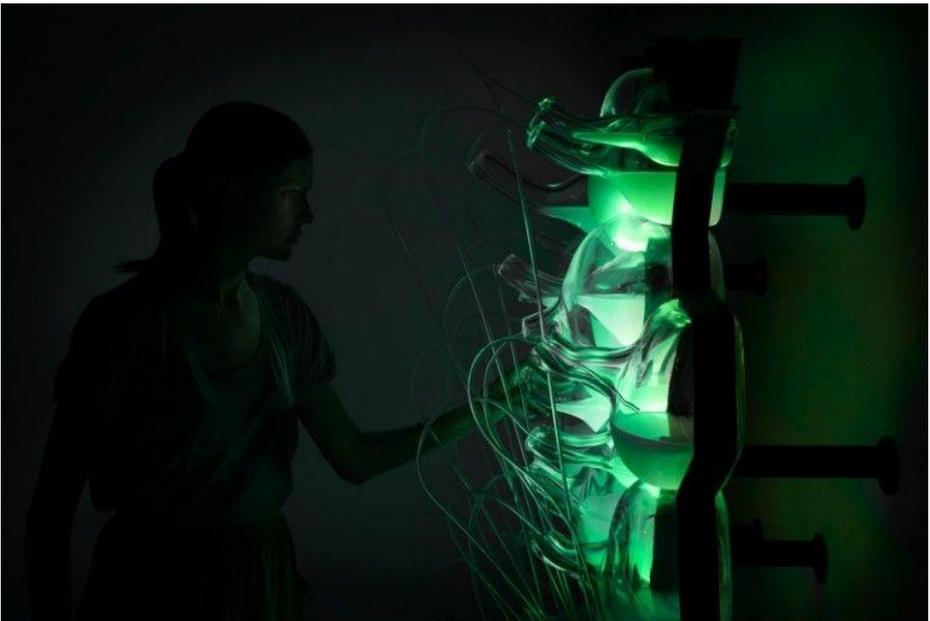


Introduciéndonos más en el ambiente interior y doméstico, la empresa Philips han diseñado un sistema de iluminación más ecológico llamándolo Bio-luz.

Vendría a formar parte de los hogares con un sistema microbiano (MH). El funcionamiento es sencillo, contiene las bacterias bioluminiscentes las cuales se alimentan de residuos generados en el hogar promedio (como por ejemplo el gas metano).

Ubican estas bacterias en las células de cristal soplado a mano, agrupándose para formar la lámpara, conectándose estas células a una base reserva a través de tubos de silicio fino de la tubería de gas metano (producido por sólidos de abono del cuarto de baño, restos vegetales...) De momento la luz no es suficientemente potente como para sustituir a nuestra iluminación convencional pero si para convivir con nosotros por el momento.

Lámpara Bio-luz.
Imagen extraída de:<https://i.pinimg.com/originals/9f/f9/61/9ff96123774358548ce51c79fae47e03.jpg>

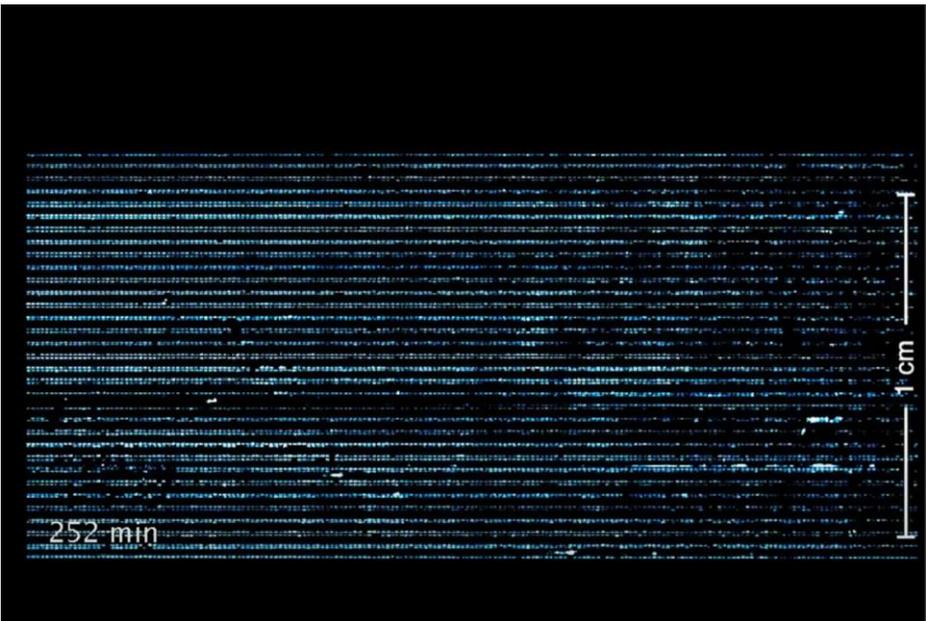


En una escala aún menor, el equipo de bioingenieros de la Universidad de San Diego, Estados Unidos. Este grupo modificaron la bacteria e.coli y a partir de ellas, consiguieron crear un panel luminoso capaz de encenderse y apagarse de forma controlada creando así las primeras pantallas vivas.

Se basa en crear pantallas formadas por píxeles en los cuales habitan estos grupos de bacterias. Estos denominados “píxeles biónicos” contienen un conjunto de cinco mil bacterias habitando cada celda las cuales aún no pueden conformar paneles de gran agrupación de celdas.

Biopixels. Imagen extraída del video: https://www.youtube.com/watch?v=3Fzu2Av6BmE&a_b_channel=UCSanDiego

De momento no puede ofrecer una alta resolución y su velocidad de refresco es ínfima (de hasta una hora) pero aun así esta tecnología podría ser bastante provechosa que requiere mayor investigación.



Una de las propuestas que ya se utilizan en múltiples costas es la del uso de microorganismos dinoflagelados (placton) dotando de bioluminiscencia al oleaje en las costas. En una experiencia muy atractiva bañarse en la noche y experimentar con el movimiento dentro del agua como se activa la emisión de luz acompañada del cielo nocturno en el mar (en las costas con cielos con poca contaminación lumínica debe ser una experiencia el doble de gratificante con los cielos estrellados. Aquí una lista de ejemplos de zonas donde se ha puesto en práctica.

Laguna Grande, Fajardo, Puerto Rico
Manialtepec, Oaxaca, México
Bahía Toyama, Honshu, Japón
Isla Vaadhoo, Maldivas
Laguna Encantada, Islas del Rosario, Colombia
Bahía Mosquito, Isla Vieques, Puerto Rico
Koh Rong, Camboya
Cuevas Waitomo, Nueva Zelanda
Túnel de Newnes, Nueva Gales del Sur, Australia
Laguna Luminous, Falmouth, Jamaica

Manialtepec,
Oaxaca, Mexico.
Imagen obtenida
de:
<https://ecoosfera.com/wp-content/imagenes/2021/03/playa-bioluminiscente.25-03-2021.natura-1024x682.jpg>





Surfeando olas
iluminadas. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=P-dVJjr0ww8&ab_channel=euronews%28en espa%C3%B1ol%29

La aplicación de estos microorganismos también puede ser utilizada para la iluminación mínima para practicar surf nocturno, una propuesta llevada a cabo en California a cargo de La Jolla, San Diego, USA. La iluminación se activa con el movimiento destacando en la ruptura de las olas destacando la espuma al romper.



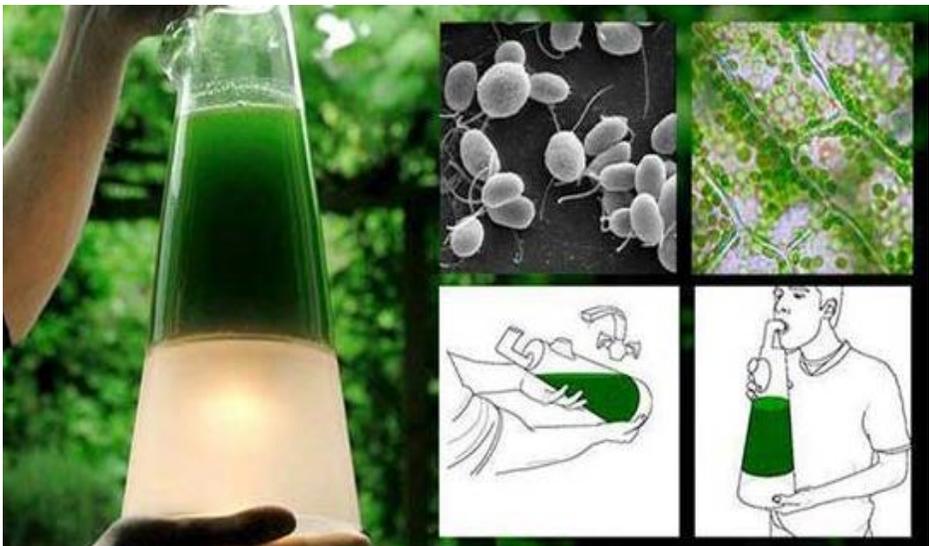
Con esta idea de Lámpara funcional con fuente de energía por algas también encontramos numerosas patentes como la diseñada por Mike Thompson venido por una investigación de las Universidades de Yansei y Stanford en la cual lograron obtener una pequeña corriente eléctrica proveniente de cloroplastos en el proceso de fotosíntesis. Diseñó así la lámpara Latro.

En este caso, las algas no son bioluminiscentes no emitiendo así una emisión de luz natural, pasando a ser las generadoras de la energía destinada a alimentar el foco de luz y la batería. Esta lámpara se trata de una lámpara que iría colgada y necesita también luz solar, dióxido de carbono (CO₂) y agua. Para el funcionamiento de esta lámpara requiere de un primer paso que es respirar en ella por la parte superior para dar inicio al proceso energético. Contiene una batería para poder iluminar en la noche.

En la actualidad, existen una gran cantidad de proyectos químicos orientados en la fotosíntesis, con el propósito de captación de energía solar a mayor escala en un futuro próximo. Aunque aún no se ha sintetizado una molécula artificial que dure polarizada el tiempo requerido para reaccionar eficazmente con las demás moléculas, las perspectivas son brillantes y los científicos se mantienen optimistas al respecto

Imágenes Lámpara Latro extraídas de: <https://ecoinventos.com/latrolampara-de-algas-que-produce-el-ectrica-por-la-fotosin-tesis/>

103



PROPUESTA PERSONAL

FUENTE VIVA

Esta propuesta se centra en el uso de microorganismos dinoflagelados bioluminiscentes (placton) en el agua. Buscamos activar espacios urbanos públicos con vegetación que de noche quedan en la penumbra. Además busca refrescar el ambiente en verano y generar una atmósfera de iluminación suave desde el ocaso, haciendo al agua junto con las personas, protagonistas del espacio. La idea es generar una pequeña lámina de agua en un lugar público que no esté demasiado iluminado (el entorno ideal sería en lugares con espacios naturales como pueden ser los parques los cuales dejan de recibir la mayor parte de sus visitas al irse el sol) para favorecer el efecto bioluminiscente en la lámina de agua. En estos lugares tendremos más facilidades para controlar la iluminación, dando una iluminación que nos transmita seguridad además de crear un atractivo.

105





106 Para aquellos casos donde la contaminación lúminica sea demasiado fuerte la estrategia a seguir sería semicubrir el agua a cierta altura con elementos ligeros y flexibles que no nos den la idea de espacio cerrado pero buscaremos que esta propuesta se lleve a cabo en espacios con una contaminación lúminica algo menor, al menos para poder ser visible la luz del agua. Otra forma de poder oscurecer y proteger de forma más natural sería con vegetación, árboles y plantas y arbustos medianos, también actuando como barrera acústica para dotar aún más de este espacio del rumor del agua.

Primero hay que tener en consideración el hábitat de estos microorganismos, viven en aguas saladas, por tanto nuestra fuente debemos dotarla con el nivel salino necesario. Estas especies de microorganismos no tienen una larga esperanza de vida por lo que el mantenimiento de esta propuesta debería ir reponiendo la crianza de estos dinoflagelados. Contamos con la experiencia de múltiples costas citadas anteriormente donde decidieron introducir estos seres vivos por su carácter bioluminiscente para aumentar el interés turístico de sus zonas (no son dañinos para la salud de los humanos).

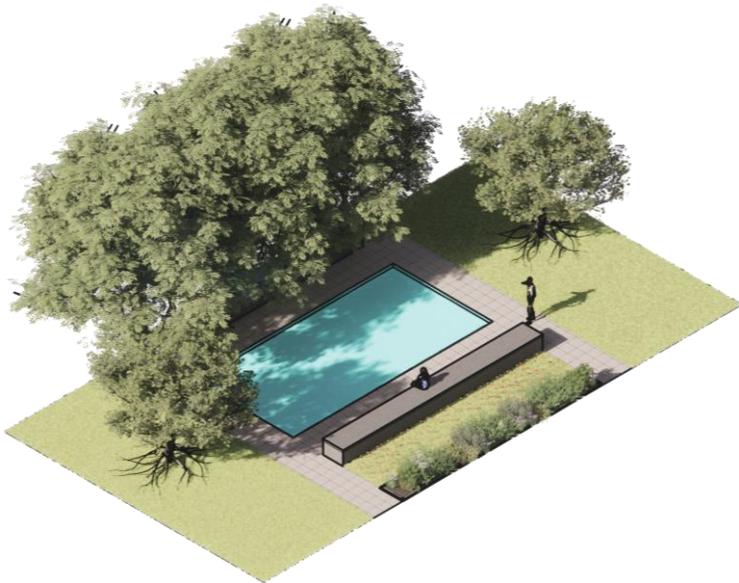
La idea es crear una zona de carácter tranquilo, una superficie de agua de unos 5 centímetros (podría aumentar sin superarse los 30 cm) de agua donde los usuarios puedan interactuar con el agua, tanto sentándose cerca del agua como poder andar por ella o chapotear, salpicar, bailar...

Introducimos mínimo un elemento de impulsión de chorro vertical central, emisor en el espacio tanto de sonido como de luz ya que estos microorganismos se iluminan más activamente con el oxígeno, al generarse movimiento la iluminación se potencia así.

Después de tener este elemento vertical el cual iluminaría al ascender y descender, también generaría en calma, ondas en la lámina.

Estando el agua en calma, una persona dialogará con el agua al introducirse y caminar, en esta sus huellas generarán luz, en el punto de pisada y como con el chorro, generará ondas por el movimiento.

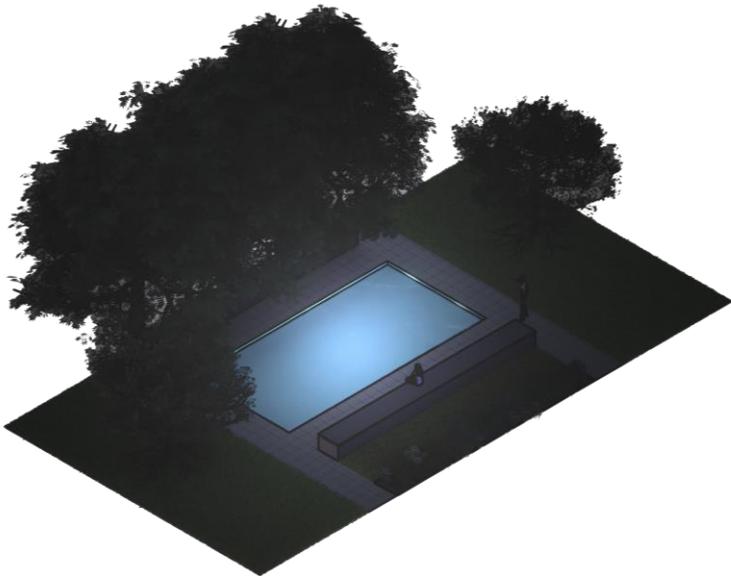
De forma natural, en días de mayor actividad de viento, este podría ser capaz de generar pequeñas ondas, además en la estación de otoño si nos encontramos con hojas cubriéndonos, la caída de estas hojas también podría ser un espectáculo digno de ver como se irían posando sobre el agua. En invierno en zonas donde las temperaturas desciendan drásticamente la fuente invernará, permaneciendo dormida (no habrá agua para evitar roturas por el aumento del volumen al helarse)



El color más característico de estos microorganismos de emisión de luz es en azul (si en un futuro aparecieran variantes de especies podría irse variando el color aunque bajo mi punto de vista el azul es el color debido) Dependiendo de la concentración de microorganismos conseguiremos variación de lux en nuestra superficie de agua.

Durante el día la actividad de la fuente se activará periódicamente, cada media hora o cada hora podría activarse durante unos 5 minutos. Durante las noches en horarios de verano podríamos activar esta fuente hasta las 01:00 am pero en horario de invierno debería estar hasta las 00:00.

En días festivos o momentos determinados y puntuales podría aumentarse la altura del chorro o incluso que este pudiera moverse un poco y no caer exactamente vertical sino que generaría una danza circular. A lo largo del tiempo si este elemento público tiene éxito podrían los chorros de agua reproducirse aumentando el número de 1 a 3. Acompañamos en el entorno con plantas aromáticas como el romero y cultivo de flores de temporada dependiendo de la estación. Importante que el terreno cercano sea permeable para no generar excesiva superficie que pudiera acumular agua.



Para poder llevar a cabo esta idea deberemos tener en cuenta varios factores:

La ubicación deseada, deberemos ver la composición y resistencia mecánica del suelo, ya que tendremos que soportar el peso (con este proyecto es un peso liviano ya que es poca profundidad para evitar el riesgo de que una persona o animal se pueda ahogar)

Instalaciones necesarias, necesitaremos un grupo de presión para poder accionar la fuente, las diferentes boquillas que terminemos instalando deben estar alimentadas por bomba de agua (la cual decidiremos la potencia adecuada para aportar la presión determinada según la ficha técnica de la boquilla instalada. También en nuestra idea definimos que nuestras bombas estarán controladas por un variador de frecuencia.

Disposición de agua salada en vez de dulce para albergar los microorganismos dinoflagelados. Debemos mantener el agua como si de un acuario de agua salada se tratase. Requeriremos un filtro para las impurezas y residuos orgánicos del agua además de un hidrómetro (aparato que mide y controla el nivel de salinidad del agua para permanecer dentro de los límites adecuados para nuestros microorganismos. El agua que obtendríamos de una fuente de abastecimiento corriente contiene aproximadamente entre un 0,05% (0,05 gramos de sal por litro de agua). Por encima de este valor consideramos el agua como salobre. El mar tiene un 3,5%.

109

Uno de los principales problemas a tratar es el aumento de salinidad por la evaporación.

La primera imagen fue editada por la autor extraída de:
http://www.saferain.com/images/stories/saferain/catalogo/es/fuentes_secas/fuentes-secas_waterboy.jpg

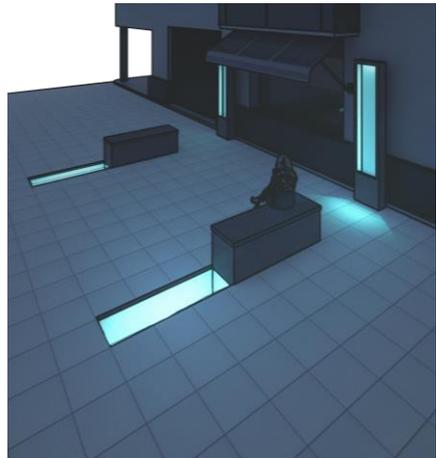
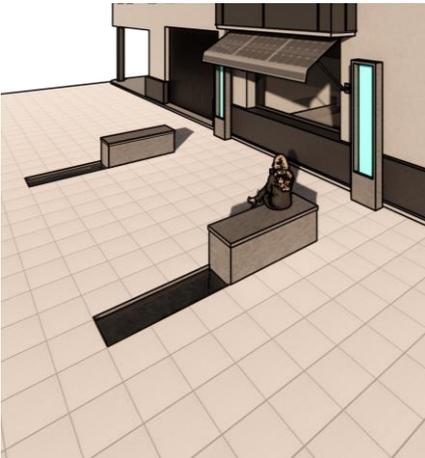
El resto de imágenes son resultado de programas informáticos generados por el autor.

DIFERENTES ESCALAS DE LA PROPUESTA

Con la misma idea de usar el placton bioluminiscente, modelamos más recipientes para contener esta agua viva pensando en un ámbito urbano. Para llegar a niveles de iluminancia deberemos concentrar más la convivencia de los microorganismos combinado con la investigación para que estos propocionen una mayor reacción bioluminiscente.

Los niveles de iluminación que debemos obtener varian según el uso, tendríamos un mínimo de 0,2 lux el cual nos permitiría orientarnos y ver los posibles obstaculos y un valor de 20 lux en zonas de gran actividad nocturna. Un nivel de 5 lux sería satisfactorio para generar un alumbrado óptimo el cual proporcione una sensación de seguridad a los viandantes y permita poder orientarse de noche.

110



En esta variante diseñamos farolas o pantallas de agua que se adosarían a las fachadas en planta baja (también podrían diseñarse como elemento arquitectónico formando el contorno del edificio en un bloque de oficinas por ejemplo) de forma que iluminan indirectamente escaparates y locales comerciales entre otros. En esta imagen de propuesta se ve como se generaría una dualidad de color en las calles, teniendo una temperatura de color fría frente a la que saldría del interior de los edificios la cual suele emplearse cálida por la sensación de generar una atmósfera acogedora y hogareña.

A las aceras las acompañamos con mobiliario urbano, diseñando un elemento sencillo de banco y pequeño estanque el cual se encargara de iluminar tenuemente el suelo alrededor de este y también hacia arriba dando luz a troncos y hojas de los árboles de tenerlos a una determinada distancia prudente (por sus raíces). Los elementos de instalaciones se encontrarían ubicados en el interior de los bancos y subterráneamente, teniendo una ventilación por banda de rejilla. Contarán estas pequeñas superficies de agua con un plástico duro o vidrio de seguridad para evitar su rotura y caída.



El diseño de las farolas internamente, el agua al chocar y moverse produce en ese momento mayor iluminación, por lo que estas lámparas no dispondrían de una iluminación media estable, otra opción podría ser mantener el agua quieta. En el momento de elegir si mantenemos el agua en calma o en perpetuo o periódico movimiento también debemos tener en cuenta que puede generar sonido (será un pequeño rumor de caída de agua) Estos elementos de farola adosados a fachadas también podrían usarse como espacios publicitarios sencillos colocándose el contenido publicitario tras el agua pudiéndose ver.

Sobre el agua que ilumina la base de los bancos el agua también podría tener varias opciones: en calma, en movimiento, dentro del agua o un chorro dando internamente en el vidrio de seguridad. De la misma forma estas configuraciones dependerán de como queramos que sea la iluminación en la calle. Lo idóneo sería poder tener ambas opciones y en días señalados o en intervalos de horas “el agua danza”. Este tipo de iluminaciones sería recomendable usarlos en espacios vinculados con el agua, cercanos a grandes fuentes, riberas o paseos marítimos.

112 Esta idea de propuesta también podríamos aplicarla en espacios interiores pero debemos ubicarlos en espacios estratégicamente de forma que puedan recibir iluminación natural del sol ya que los microorganismos la necesitan para realizar la fotosíntesis. También podríamos modificar la forma de lo que podríamos denominar lámpara acuario domestica conformándola en un cilindro esbelto donde en la base tendría todo el equipo necesario para el mantenimiento del agua y en la parte superior el acceso para su limpieza y manipulación del interior (además esto abre la posibilidad de que pudieran convivir los dinoflagelados con otros seres marinos aunque nuestra primera preocupación es la de funcionar como una lámpara domestica).

CONCLUSIONES FINALES

CONCLUSIONES FINALES

Creo que podemos afirmar que la tecnología aplicada en la bioluminiscencia es una de las fuentes de luz de energía limpia. En el planteamiento moral requiere el uso de organismos vivientes en nuestro beneficio y pienso que debe estudiarse e investigarse mucho más para que estas modificaciones genéticas en los diferentes organismos no nos generen problemas a la larga, obteniendo como resultado mutaciones de traspaso a toda la fauna y flora de nuestro planeta o alterando diversos ecosistemas.

115

Nuestras ciudades necesitan con urgencia un cambio en su mecanismo de iluminación urbana, además de reducir su polución. La idea del uso de árboles luminiscentes sería perfecta para paliar la contaminación existente en los núcleos de población más densos donde estas partículas nocivas para nuestra salud se encuentran en mayor medida. Los árboles y plantas podrían ayudarnos funcionando como captadores de CO₂ y generadores de O₂ gracias a la conocido proceso metabólico de la fotosíntesis además de funcionar como limpiadores y purificadores del polvo en suspensión en el aire además de ayudar con el grado de humedad en aquellas ciudades donde los climas son más extremos y secos. La segunda gran ventaja sería la reducción de la contaminación lumínica. En este proceso deberán convivir ambas técnicas de iluminación, artificial y “natural” hasta poder obtener la intensidad necesaria de iluminación. Esta iluminación no solo puede venir de los árboles o plantas,

También podría venir de otros diferentes microorganismos formando parte de la arquitectura de la ciudad utilizándose en fachadas, calzadas y aceras, carriles bici, diferentes señalizaciones...

116 Está claro y más en estos años que la humanidad debe trabajar e invertir en la investigación y en la ciencia, en mirar a la naturaleza, nuestro hogar durante toda nuestra evolución, con la preocupación y mira puesta en la salud y el bienestar en beneficio de todos y hacer un gran esfuerzo para generar de una vez el cambio de mentalidad y ser responsables con el medio ambiente para dejar encaminado un futuro esperanzador para nuestros hijos.

En necesario soñar, por muy locas que sean tus ideas porque de algunas de estas surgirán las posibles soluciones del mañana.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

MORENO HERRERA, Laura Liliana. GUTIÉRREZ SÁNCHEZ, Alejandro. (2012). “Ciudades Inteliggentes: oportunidades para generar soluciones sostenibles”. **CINTEL. Bogotá D.C. Colombia.**
https://cintel.co/wp-content/uploads/2013/05/01.Ciudades_Inteligentes_CINTEL.pdf

MARTIN, Ana. SERRANO, Susana. SANTOS, ANTONIO. MARQUINA, Domingo. VÁZQUEZ, Covadonga. (2010). “Bioluminiscencia bacteriana”.

SÁENZ MARTA, Claudia Isabel. NEVÁREZ MOORILLÓN, Guadalupe Virginia.(2010). “La bioluminiscencia de microorganismos marinos y su potencial biotecnológico”.

AQM. Facultad de Ciencia Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila. 2010 Volumen2, No. 3.

VELASCO, E.; PERRUSQUIA, R.; JIMÉNEX, E.; HERNÁNDEZ, F.; CAMACHO, P.; RODRÍGUEZ, S.; RETAMA, A.; MOLINA, L.T. (2014). “Sources and sinks of carbon dioxide in a neighborhood of Mexico City”.

ARTÍCULOS PERIODÍSTICOS

BONELLS, José Elías.(1919). “La Arquitectura verde de Stefano Boeri .-. El Bosco Vertical”. **Jardines sin fronteras, Blog de Wordpress.com.** <https://jardinessinfronteras.com/2019/01/25/la-arquitectura-verde-de-stefano-boeri-el-bosco-verticale/>

FERNANDEZ, Isabel.(2017). “Debate “Del edificio hacia la ciudad verde del futuro” en la XIV Semana de la Arquitectura”. **Arquitectura Sostenible.** <https://arquitectura-sostenible.es/debate-del-edificio-hacia-la-ciudad-verde-del-futuro-la-xiv-semana-la-arquitectura/>

SMARTLIGHT (2018). “Iluminación navideña en España”.**Smartlighting, A Journal on Lighting Technologies.** <https://smart-lighting.es/iluminacion-navidena-espana/>

BOMFORD, Andrew (2014). “Los desarrollos tecnológicos inspirados en las alas de las mariposas”. **BBC News, Mundo.** https://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/07/140709_mariposas_inspiracion_alas_tecnologia_mz

FRANCO, José Tomás (2013). “Arquitectura Biomimética: ¿Qué podemos aprender de la Naturaleza?”. **ArchDaily.** <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-312614/arquitectura-biomimetica-que-podemos-aprender-de-la-naturaleza>

OWEN, David. (2007). “The dark side, Making war on light pollution”. **The New Yorker.** <https://www.newyorker.com/magazine/2007/08/20/the-dark-side-2>

OW, David W., DE WET, Jeffrey R., HELINSKI, Donald R., HOWELL, Stephen H., WOOD, Keitch V., DELUCA, Marlene. (1986). “Transient and Stable Expression of the Firefly Luciferase Gene in Plant Cells and Transgenic Plants”. **Science 14 Nov 1986: Vol. 234, Issue 4778.** <https://science.sciencemag.org/content/234/4778/856>

JARAMILLO, Jessica. (2014). “El brillo que ilumina a la ciencia”. **Ciencia UANL. Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León.** <http://cienciauanl.uanl.mx/?p=832>

ILUMINET (2013). “Plantas Bioluminiscentes, una mirada hacia el futuro”. **Iluminet. Revista de iluminación.** <https://www.iluminet.com/plantas-bioluminiscentes-futuro-iluminacion/>

(2011) “Philips crea la bioluz generada por bacterias alimentadas con desechos domésticos”. **UNIVERSITAM.Ciencia, investigación, tecnología y desarrollo** <https://universitam.com/academicos/noticias/philips-crea-la-bioluz-generada-bacterias-alimentada-con-desechos-domesticos/>

GALÁN, Javier. (2016). “Alucinando con la bioluminiscencia”. **El País, el viajero.** https://elviajero.elpais.com/elviajero/2016/07/01/actualidad/1467373029_128549.html

CALDERÓN, Alicia. (2012). “Latro. Lámpara de Algas que produce electricidad por la fotosíntesis”.

DOCUMENTALES

La arquitectura del saber – arquitectura pasiva. RTVE.

<https://www.rtve.es/play/videos/la-aventura-del-saber/aventuraapas/3967639/>

121

Biomímesis:Biogeometría. RTVE.

https://www.youtube.com/watch?v=3Psdo52mCL8&ab_channel=Ra%C3%ADcesLatinas

OCÉANOS (Bioluminiscencia) Las Criaturas de la Luz. TVE.

https://www.youtube.com/watch?v=dS7i6GWgg_4&ab_channel=MegaMarino

The 11TH Hour. <https://vimeo.com/19180002>

FILMOGRAFÍA

Conferencia Janine Benyus.

https://www.youtube.com/watch?v=n77BfxnVlyc&ab_channel=TED

Biopixels

https://www.youtube.com/watch?v=3Fzu2Av6BmE&ab_channel=UCSanDiego

Video surfeando olas bioluminiscentes

https://www.youtube.com/watch?v=P-dVJjr0ww8&ab_channel=euronews%28enespa%C3%B1ol%29

LIBROS GENERALES

FEIJÓ MUÑOZ, Jesús. (2014). “Instalaciones de Iluminación en la Arquitectura”. Valladolid. Ediciones Universidad de Valladolid.

MACNAB, Maggie. (2012). “Diseño Inspirado en la Naturaleza”. Anaya Multimedia. Espacio de diseño.

BENYUS, Janine M . (1997). “Biomimicry: Innovation Inspired by Nature”.

ESTÉVEZ, Alberto T. (2007). “Genetic Barcelona Project: The Genetic Creation of Bioluminescent Plants for Urban and Domestic Use”. **Leonardo, nº 4, MIT Press, Massachussets.**

http://www.albertoestevez.es/writing/escritos_geneticos/escritos_geneticos08.pdf

SITIOS WEBS

<https://countrymeters.info/es/World>

<https://www.simbiotia.com/biomimesis/>

<https://www.metalocus.es/es/noticias/ii-frei-otto-primer-premio-pritzker-postumo>

<https://onemons.es/iluminaran-las-bacterias-las-ciudades-del-futuro/>

<https://www.newtral.es/mapa-luces-navidad-2020/20201216/>

<https://countrymeters.info/es/World>

<https://www.passivehouse.es/>

<http://geneticarchitectures.weebly.com/research-group.html>

<https://www.kickstarter.com/projects/antonyevans/glowing-plants-natural-lighting-with-no-electricity/description>

<https://www.glowee.com/>

<https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=4.46&lat=36.9849&lon=5.3722&layers=B0FFFFFFFTTTTTTTTTT>

123

<https://www.smithsonianmag.com/innovation/can-an-algae-powered-lamp-quench-our-thirst-for-energy-3509307/?no-ist>

<https://www.fermentalg.com/>

TESIS

MAYORAL, Eduardo. (2012). “Arquitecturas Biosintéticas. Lo vivo, lo no-vivo, y su hibridación como estrategia para la acción arquitectónica en el cambio de siglo”.

Tesis doctoral. Universidad de Sevilla, ETS Arquitectura Sevilla.

<https://eduardomayoral.wordpress.com/researching-projects/>

FOTOGRAFICAS/FIGURAS

PORTADA

Bosque de las luciérnagas en Japón (modificada).

http://p1.img.cctvpic.com/photoAlbum/photo/2016/07/11/PHOTxIG1wFXjnco0r3bS0cvb160711_920x700.jpg

CONTRAPORTADA

Mano en contacto con microorganismos marinos.

https://pix.avax.news/avaxnews/4e/de/0000de4e_big.jpeg

FIGURA 1 (Máquina voladora. Leonardo Da Vinci).

<https://revistadehistoria.es/la-maquina-voladora-leonardo-da-vinci/>

FIGURA 2 (Mariposa Morpho azul).

https://ichef.bbci.co.uk/news/624/amz/worldservice/live/assets/images/2014/07/09/140709112631_morpho2_624x351_spl.jpg

FIGURA 3 (Estadio Nacional de Beijing. Herzog & de Meuron).

<https://www.archdaily.co/co/02-312614/arquitectura-biomimetica-que-podemos-aprender-de-la-naturaleza/5293b664e8e44eba3c000049-arquitectura-biomimetica-que-podemos-aprender-de-la-naturaleza-foto>

FIGURA 4 (La Sagrada Familia, Antonio Gaudí).

https://st.depositphotos.com/1022214/1273/i/600/depositphotos_12731033-stock-photo-sagrada-familia-in-barcelona.jpg

FIGURA 5 (Foto Janine Benyus).

http://greenschoolsconference.org/sites/default/files/styles/article_format/public/field/image/Janine_Extended.png?itok=UqDmM3P1

FIGURA 6 (Margarita, forma geométrica, girasol).

<https://static-blogs.hoy.es/wp-content/uploads/sites/63/2012/11/6.-Margarita-y-girasol-768x235.jpg>

FIGURA 7 (Centro Cultural Jean Marie Tjibaou).

https://scontent.fmad16-1.fna.fbcdn.net/v/t1.18169-9/530753_10151178718452163_1313765299_n.jpg?nc_cat=106&ccb=1-3&nc_sid=cdb9c&nc_ohc=Lg|BYb11lfkAX9gEbVI&nc_ht=scontent.fmad16-1.fna&oh=f6fc76823b53dd99d5fa433f0e5d95d3&oe=612AC77C

FIGURA 8 (Museo Oceanográfico. Félix Candela).

<http://mdarquitectura.com/category/construccion/>

FIGURA 9 (Cesta de flores Venus).

https://assets.catawiki.nl/assets/2020/2/10/9/5/1/thumb5_9510c9c5-2725-450e-8598-80429f653950.jpg

FIGURA 10 (Torre de Gherkin de Norman Foster).

<https://estaticos-cdn.elperiodico.com/clip/e6386566-fa2c-4cc7-b4d7-1e32caf35e0f-alta-libre-aspect-ratio-default-0.jpg>

FIGURA 11 (Termitero).

<https://diagnosisdelamadera.com/wp-content/uploads/2018/05/Termitero.jpg>

FIGURA 12 (Eastgate Center. Mick Pearce).

https://images.adsttc.com/media/images/5293/bd79/e8e4/4eb9/3100/0046/slideshow/Eastgate_Centre_Harare_Zimbabwe.jpg?1385414000

125

FIGURA 13 (Escarabajo del desierto).

<https://hablemosdeinsectos.com/wp-content/uploads/2017/08/Escarabajo-del-desierto4.jpg>

FIGURA 14 (Sahara Forest Project).

<https://www.biomimeticsciences.org/wpcontent/uploads/2019/12/sahara-forest-project-1-2048x768-1-1024x384.jpg>

FIGURA 15 y 16 (Loto e impermeable).

https://i2.wp.com/www.viajesparabuscaadores.com/wp-content/uploads/2020/04/img_cvillalonga_20160525-123548_imagenes_lv_otras_fuentes_combo_loto_impermeable-kfJD-656x374@LaVanguardia-Web.jpg?w=656&ssl=1

FIGURA 17 y 18 (Ballena y turbina).

https://i0.wp.com/www.viajesparabuscaadores.com/wp-content/uploads/2020/04/4233838_640px.jpg?w=640&ssl=1

FIGURA 19 y 20 (Halcón y bombardero).

<https://i0.wp.com/www.viajesparabuscaadores.com/wp-content/uploads/2020/04/803d994be9f0c23d340caab025dcc7f9-1.jpg?w=640&ssl=1>

FIGURA 21 y 22 (Cardo y velcro).

https://i1.wp.com/www.viajesparabuscaadores.com/wp-content/uploads/2020/04/img_cvillalonga_20160524-181056_imagenes_lv_otras_fuentes_combo_velcro_car-do-kmHH-U402013701495s0H-992x558@LaVanguardia-Web.jpg?w=992&ssl=1

FIGURA 23 (Fotografía luciérnaga).

<https://static3.abc.es/media/ciencia/2018/10/05/27757321-koAH--1248x698@abc.jpg>

FIGURA 24 (Hongo bioluminiscente) .

<https://onemons.es/wp-content/uploads/2016/08/Iluminara%CC%81n-las-bacterias-las-ciudades-del-futuro-1920.jpg>

FIGURA 25 (Pez linterna).

<https://nb.bbend.net/media/news/2019/02/19/959494/photos/snapshot/Anglerfish.jpg>

FIGURA 26 (Anomalopidae).

https://www.discoverlife.org/IM/I_RR/0006/320/Anomalopidae,I_RR690.jpg

FIGURA 27 (Tiburón).

<https://www.vistaalmar.es/images/ampliadas3924/Dalatias-licha.jpg>

FIGURA 28 (Calamar luciérnaga).

http://www.info-toyama.com/toyamakanko/statics/foreign/english/tlibrary/img/gourmet/kurobe/5_005.jpg

FIGURA 29 (Antrópodos).

<https://www.waitomo.com/glowworms-and-caves/waitomo-glowworm-caves>

FIGURA 30 (Microorganismos Dinoflagelados).

https://estaticos-cdn.elperiodico.com/clip/888fc9ebef54ad2b7bc06c291172e1b_alt_a-libre-aspect-ratio_default_0.jpg

FIGURA 31 (bombilla incandescente).

<http://1.bp.blogspot.com/-4BiXP TGloU/UT CCAALnWI/AAAAAAAAADI/J6QF3Aq17fU/s1600/bombilla++de+hilo+incandescente.jpg>

FIGURA 32 (Farolero).

https://4.bp.blogspot.com/-jJ2jR9Q0XR0/VyuGw_eVo4I/AAAAAAAAApM/OsYS-JzaHz4cC-0Gn_RfKE8y-j-3IDVLAClCB/s400/farol-custom.jpg

FIGURA 33 (Esquema de Movimiento de traslación del planeta Tierra).

<https://www2.uned.es/geo-1-historia-antigua-universal/solsticio.gif>

FIGURA 34 (Carta Solar estereográfica Fisher-Mattioni).

https://silo.tips/queue/fisica-iii-e-instalaciones-i-curso-3-tema-52-el-clima-el-soleaminto?&queue_id=-1&v=1627045649&u=MjE3LjEzOC4xOTQuNzg=

FIGURA 35 (Nordkapp, sol de medianoche).

<https://granada.nuevaacropolis.es/images/filiales/granada/sol-de-media-noche.jpg>

FIGURA 36 (Calle Japón noche).

<https://insendai.files.wordpress.com/2009/04/funaoka-park-night-3.jpg>

FIGURA 37 (Tokio iluminación navideña).

<https://image-loconavi-note.tokubai.co.jp/c/f=jpg,u=0,w=1400/545d/d625/be4d/62fb/9cc6/bcd2/dd4c/4851/3591d08d8543fdb9.jpg>

FIGURA 38 (Puerto Victoria Harbour, Hong Kong).

<https://www.europeanbestdestinations.com/best-of-europe/best-lights-in-europe/>

FIGURA 39 (Puerto Victoria Harbour (iluminación navideña).

<https://res.cloudinary.com/hio22hxcn/image/upload/v1450572795/lqwwbapzyrv6uuwa5ld5>

FIGURA 40 (Iluminación sobre el río. Medellin, Colombia).

<https://cdn.unitycms.io/image/ocroped/1200,1200,1000,1000,0,0/2BvfUdfHUIs/FtIr0jCAaG284tvWfTzl-9.jpg>

FIGURA 41 (Iluminación sobre el río, Medellín, Colombia).

<https://pbs.twimg.com/media/EprCvoHWMAA-CY6.jpg>

FIGURA 42 (Calle en Edimburgo).

http://www.edinburghschristmas.com/images/made/images/uploads/Underbelly_Christmas_Street_of_Light-004_800_449_60.jpg

FIGURA 43 (Calle en Edimburgo).

<https://www.europeanbestdestinations.com/bestofeurope/best-lights-in-europe/>

FIGURA 44 (Catedral de Santa María en Sydney, Australia).

<https://www.europeanbestdestinations.com/best-of-europe/best-lights-in-europe/>

FIGURA 45 (Iluminación navideña, Sydney, Australia).

http://www.edinburghschristmas.com/images/made/images/uploads/Underbelly_Christmas_-_Street_of_Light-004_800_449_60.jpg

FIGURA 46 (North and South Block, Nueva Delhi, La India).

<https://static.toiimg.com/thumb/msid61047172,imgsize145922,width1000,height562,resizemode-8/61047172.jpg>

FIGURA 47 (Iluminación navideña Nueva Delhi, La India).

<https://www.elviajerofisgon.com/wp-content/uploads/2015/10/India-parth-thakkar-1024x536.jpg>

FIGURA 48 (Dyker Heights, Barrio de Nueva York).

<https://www.viajarsiningles.com/dyker-heights-barrio-las-luces-navidad-nueva-york/>

FIGURA 49 (Calle de Madrid nocturna).

https://imagenes.20minutos.es/files/image_656_370/uploads/imagenes/2019/09/30/1077524.jpg

FIGURA 50 (Diseño iluminación navideña de Amaya Arzuaga).

<https://www.hola.com/imagenes/decoracion/2011122056125/iluminacionciudadesNavidad/0-192-190/LucesCiudad-2-a.jpg>

FIGURA 51 (Diseño iluminación navideña de Victorio & Lucchino).

<https://i.pinimg.com/originals/0c/be/9e/0cbe9e462fe4702a5c012be0dc424a06>

FIGURA 52 (Diseño iluminación navideña de Adolfo Domínguez, Madrid).

<https://i.pinimg.com/originals/a7/7e/7b/a77e7b3e1950c942394a14d7c0afcd50.jpg>

FIGURA 53 (Catenarias invertidas, iluminación navideña, Sergio Sebastián, Madrid).

https://imagenes.heraldo.es/files/image_990_v1/uploads/imagenes/2016/11/24/img82601_512209fd.jpg

FIGURA 54 (Diseño iluminación navideña de Purificación García, Madrid).

https://e00-elmundo.uecdn.es/elmundo/imagenes/2011/11/04/madrid/1320410573_1.jpg

FIGURA 55 (Sistema sanguíneo, David Delfín).

<https://www.hola.com/imagenes/decoracion/2011122056125/iluminacion-ciudades-Navidad/0-192-198/LucesCiudad-3-a.jpg>

FIGURA 56 (La Luna).

<https://culturacientifica.com/app/uploads/2015/02/dia274.jpg>

FIGURA 57 (Acercamiento a la Luna, Brut Deluxe).

https://www.metalocus.es/sites/default/files/styles/mopis_news_gallery_first_desktop/public/file-images/moom_granvia_metalocus_11_1280.jpg?itok=Qb2tReXS

FIGURA 58 (“Lucía in the Sky” Brut Deluxe).

<https://www.metalocus.es/en/news/lucia-sky-ben-busche-brut-deluxe>

129

FIGURA 59 (Juego de Gatos Brut Deluxe). <https://www.metalocus.es/en/news/lucia-sky-ben-busche-brut-deluxe>

FIGURA 60 (Fotomontaje nocturno desde el espacio).

<https://www.sleepreviewmag.com/wpcontent/uploads/2021/02/artificial-light-thyroid-cancer-1200x675-cropped.jpg>

FIGURA 61 (Imagen con filtro y sin filtro de la contaminación lumínica).

https://www.photographyblog.com/uploads/entryImages/_1280xAUTO_crop_center_none/irix_edge_light_pollution_filters.jpg

FIGURA 62 (Imagen niveles de diferentes cielos la escala de Bortle).

<https://www.microsiervos.com/archivo/mundoreal/escala-cielo-oscurobortle.html>

FIGURA 63 (Imagen capturada de la capa World Atlas 2015).

<https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=4.46&lat=36.9849&lon=5.3722&layers=B0FFFFFFTTTTTTTTTTTT>

FIGURA 64 (Contaminación lumínica, potencia emitida por km2 (miles de W). SaveStars Consulting SL. EL PAÍS).

FIGURA 65 (Gráfica población Mundial, 2020).

[https://www.semana.com/resizer/OaRzUJNB1dLNxUB075Cg_Zcpgk=/1200x675/filters:format\(jpg\):quality\(50\)//cloudfrontuseast1.images.arcpublishing.com/](https://www.semana.com/resizer/OaRzUJNB1dLNxUB075Cg_Zcpgk=/1200x675/filters:format(jpg):quality(50)//cloudfrontuseast1.images.arcpublishing.com/)

FIGURA 66 (Boceto proyecto Città Nuova (1914), Antonio Sant'Elia).

<https://images.adsttc.com/media/images/5f0d/ca80/b357/65c9/0e00/0866/slideshow/01.jpg?1594739313>

FIGURA 67 (Dibujo “Smart City”).

https://www.afd.fr/sites/afd/files/styles/visuel_principal/public/2018-09-05-38-49/Visuel%20SC.png?itok=e-rIE18M

FIGURA 68 (Ideograma de la “Ville Radieuse” de Le Corbusier. 1924).

https://images.adsttc.com/media/images/51fa/e684/e8e4/4e82/ac00/000b/slideshow/20ville_radieuse.jpg?1375397493

FIGURA 69 (Dibujo de la “Ville Radieuse” Le Corbusier).

<https://images.adsttc.com/media/images/51fb/b379/e8e4/4e82/ac00/0066/slideshow/le-corbusiers-sketches-la-ville-radieuse-20001.jpg?1375469781>

FIGURA 70 (Bosco Verticale, Stefano Boeri).

https://ep00.epimg.net/elviajero/imagenes/2018/08/02/album/1533213388_929186_1533214089_album_normal.jpg

FIGURA 71 y 72 (Primera Residencia de Ancianos Passivhaus, CSO).

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/938455/residencia-de-ancianos-passivhaus-cso-arquitectura>

FIGURA 73 (Abstract de la Noticia. Revista Science).

<https://science.sciencemag.org/content/234/4778/856>

FIGURA 74 (Traducción al Castellano. Abstract de la Noticia. Revista Science).

<https://science.sciencemag.org/content/234/4778/856>

FIGURA 75 (Imagen de planta bioluminiscente).

[https://elcomercio.pe/resizer/Jkce2OuOe7Wb1Zxl4mcfist6rrs=/1200x1200/smart/filters:format\(jpeg\):quality\(75\)/arc-anglerfish-arc2-prod-elcomercio.s3.amazonaws.com/public/2RUGPVX725G5JD5Q4KTE4IW6WQ.jpg](https://elcomercio.pe/resizer/Jkce2OuOe7Wb1Zxl4mcfist6rrs=/1200x1200/smart/filters:format(jpeg):quality(75)/arc-anglerfish-arc2-prod-elcomercio.s3.amazonaws.com/public/2RUGPVX725G5JD5Q4KTE4IW6WQ.jpg)

FIGURA 76 (Genetic Barcelona Project, 3ª fase, 2011-2014. Genetic Architectures).

http://geneticarchitectures.weebly.com/uploads/3/5/4/0/3540960/3523760-orig_orig.jpg

FIGURA 77 (Fotomontaje de la Casa Milà (La Pedrera) de Antonio Gaudí).

http://geneticarchitectures.weebly.com/uploads/3/5/4/0/3540960/01_orig.jpg

FIGURA 78(Primeras plantas comerciables bioluminiscentes).

<http://www.eljardinonline.es/wp-content/uploads/2014/01/bioluminiscente2.jpg>

FIGURA 79 (Evolución del proyecto Starlight Avatar. Bioglow).

<http://www.releasewire.com/multimedia/photos/breakthrough-in-glowing-plants-technology-63634.htm>

FIGURA 80 (Render de cartel publicitario. Empresa Glowee).

http://www.static.wixstatic.com/media/7478f6_e0eb934e26e24cbfbad4e97842e78125~mv2d40802720s42.jpg/v1/fill/w552,h480,alc,q80,usm0.661.000.01/7478f6e0eb934e26e24cbfbad4e97842e78125~mv2d40802720s42.webp

FIGURA 81 (Render de un uso de “cadena” de microorganismos en un bosque).

<https://eduardomayoral.files.wordpress.com/2010/07/wood.jpg?w=594&h=419>

FIGURA 82 (Pierre Calleja, bioquímico fundador de Fermentalg).

<https://www.formule-verte.com/wp-content/uploads/2014/02/fermentalgCallejaBD.jpg>

FIGURA 83 y 84 (Prototipos Lámparas de microalgas).

<https://ilamparas.com/blog/ilamparas.com/wp-content/uploads/2016/11/Pierre-Calleja-lampara-algas-750x410.jpg> y <https://i2.wp.com/www.tecnocarreteras.es/wp-content/>

FIGURA 85 (Lámpara Bio-luz).

<https://i.pinimg.com/originals/9f/f9/61/9ff96123774358548ce51c79fae47e03.jpg>

FIGURA 86 (Biopixels, extraída del vídeo).

https://www.youtube.com/watch?v=3Fzu2Av6BmE&ab_channel=UCSanDiego

FIGURA 87 (Manialtapec, Oaxaca, Mexico).

<https://ecoosfera.com/wp-content/imagenes/2021/03/playa-bioluminiscente.25-03-2021.natura-1024x682.jpg>

FIGURA 88 y 89 (Surfeando olas iluminadas).

https://www.youtube.com/watch?v=P-dVJjr0ww8&ab_channel=euronews%28enespa%C3%B1ol%29

FIGURA 90 (Lámpara Latro).

<https://ecoinventos.com/latrolampara-de-algas-que-produce-electrica-por-la-fotosintesis/>

FIGURA 91 (Fotografía editada de una fuente interactiva)

http://www.saferain.com/images/stories/saferain/catalogo/es/fuentes_secas/fuentes-secas_waterboy.jpg

FIGURA 92, 93, 94, 95, 96 y 97 (Imágenes propuesta personal propias).

AGRADECIMIENTOS FINALES

Agradezco primeramente a mis padres, por haber tenido tanta paciencia conmigo, por no rendirse y confiar en mis decisiones fueran o no acertadas.

De igual forma, agradezco a mi tutor por aceptarme con tan poca antelación y tan poco tiempo dándome esta oportunidad.

Un especial agradecimiento a mi amigo Juanma, uno de mis principales pilares todos estos años y sobretodo en el 2020.

Un reconocimiento especial a mi amiga pianista Elena, por ser mi entretenimiento musical de fondo y transmitir su felicidad y emoción por lo que hace día a día para tanta gente.

Gracias a mis queridos amigos, por su apoyo incondicional que me han aguantado escuchándome día a día en este proceso de realización del trabajo.

Finalmente, dar un agradecimiento muy especial a mi abuelo, del cual recuerdo como me llevaba a verlo trabajar de albañil en varias viviendas y verlo con su cuadrilla familiar, como eran capaces de donde solo había una parcela, convertirla en un hogar. Gracias por transmitirme este amor por la construcción.

A todos, muchas gracias, Septiembre 2021.

