

ARQUITECTURA VERNÁCULA SOSTENIBLE

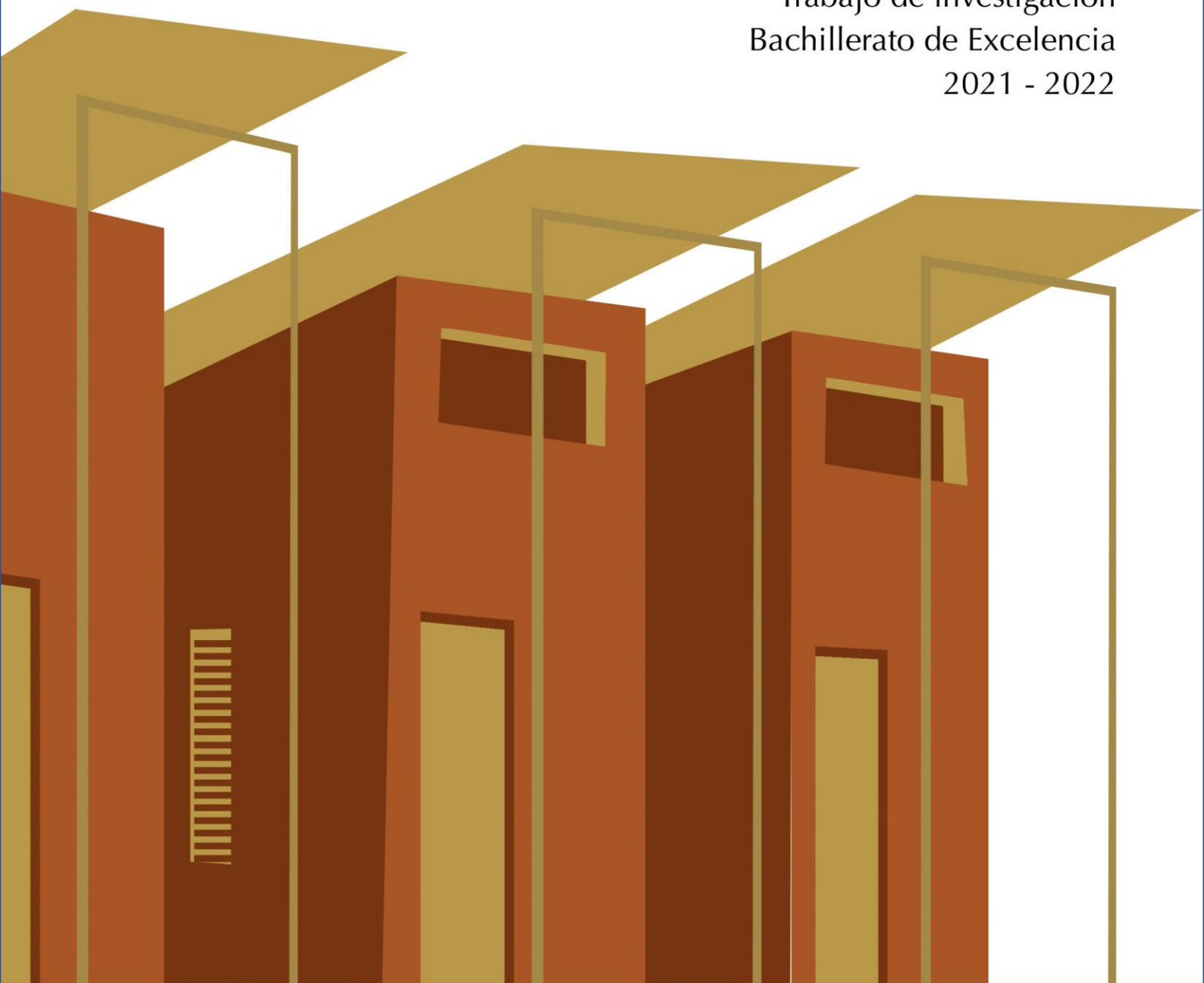
ESTUDIO DE SUS ELEMENTOS
Y APLICACIÓN PRÁCTICA

Autor: Carlos Peñalba Ureña

Tutora: Nuria Ranz

Trabajo de investigación
Bachillerato de Excelencia

2021 - 2022



IES Arquitecto Ventura Rodríguez

IES Arquitecto Ventura Rodríguez

ARQUITECTURA VERNÁCULA SOSTENIBLE

ESTUDIO DE SUS ELEMENTOS Y APLICACIÓN
PRÁCTICA

Autor: Carlos Peñalba

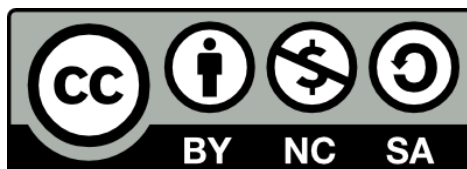
Tutora: Nuria Ranz

Trabajo de Investigación

Bachillerato de Excelencia

2021-2022

Trabajo regulado bajo licencia [CC BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría dar las gracias a Nuria, tutora de este proyecto, quien me ha supervisado y guiado a lo largo de estos meses y me ha enseñado la otra cara de la arquitectura.

También quiero agradecer a todos mis profesores por haberse ofrecido diariamente a ayudarme sabiendo en la complicada situación en la que me encontraba.

Fundamentales, levantándome después de cada caída y ayudándome a no volver a caer, mi familia, amigos y compañeros de 2ºE, sin quienes no habría podido entregar este trabajo en tiempo récord.

Por último, pero no por ello menos importante, quería dar las gracias a Yolanda e Isabel por haberme dado, de nuevo, la oportunidad de involucrarme en este fantástico programa.

ABSTRACT

The main purpose of this project is to pose a new architectural prototype which combines vernacular elements from any area with innovative sustainable techniques. Firstly, a theoretical background research has been done to define the basic conditions in architecture and the keys of architectural sustainability. These, compared with Francis Kéré life's work, allows us to conclude that the adaptability of sustainability makes this prototype viable. Afterwards, to verify and settle on these conclusions, a model and a mockup of a detached house which combines Madrid's vernacular architecture and sustainable components are carried out. In the end, this new model of architecture is proved to be more inexpensive than the eclectic's one and doesn't present any issue having all the sustainability benefits and not letting the traditional architecture disappear.

ÍNDICE

ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN.....	6
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS DEL PROYECTO	7
INVESTIGACIÓN: PARTE TEÓRICA	8
1. CONTEXTO HISTÓRICO: ARQUITECTURA DEL SIGLO XX Y XXI	8
1.1 <i>MODERNISMO</i>	8
1.2 <i>ARQUITECTURA MODERNA</i>	9
1.3 <i>ARQUITECTURA POSMODERNA Y ACTUALIDAD</i>	10
2. ELEMENTOS ARQUITECTURA.....	12
3. SOSTENIBILIDAD	13
3.1 <i>CLAVES DE LA ARQUITECTURA SOSTENIBLE</i>	13
3.2 <i>EDIFICACIONES SOSTENIBLES</i>	15
4. FRANCIS KÉRÉ	16
4.1 <i>BIOGRAFÍA</i>	16
4.2 <i>OBRAS</i>	16
CONCLUSIONES: PARTE TEÓRICA.....	18
INVESTIGACIÓN: PARTE PRÁCTICA	19
1. PLANIFICACIÓN.....	19
2. ARQUITECTURA TRADICIONAL EN MADRID	19
2.1 <i>LA SIERRA NORTE (ROJO)</i>	20
2.2 <i>LA CUENCA DEL GUADARRAMA (VERDE CLARO)</i>	20
2.3 <i>LA SIERRA SUR Y LA SAGRA (AMARILLO)</i>	20
2.4 <i>EL ÁREA METROPOLITANA (AZUL)</i>	21
2.5 <i>LA CAMPIÑA O ALCARRIA DE ALCALÁ (VERDE OSCURO)</i>	21
2.6 <i>LA COMARCA DE LAS VEGAS (ROSA)</i>	21
3. DISEÑO Y MODELO SOSTENIBLE DE LA VIVIENDA	22
3.1 <i>SELECCIÓN</i>	22
3.2 <i>DESARROLLO</i>	22
3.3 <i>Presupuestos</i>	23
3.4 <i>MAQUETACIÓN</i>	23
CONCLUSIONES FINALES	24
FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	24
BIBLIOGRAFÍA	25

INTRODUCCIÓN

Hace aproximadamente 10.000 años, durante el período conocido como Neolítico, el ser humano dejó a un lado su carácter nómada para convertirse en una especie sedentaria dedicada a la agricultura y la ganadería. Este inédito estilo de vida no contemplaba la posibilidad de seguir viviendo en cuevas, de manera que nació la disciplina que actualmente conocemos como arquitectura.

Las técnicas de edificación avanzaron según lo hacía la humanidad, comenzando como una actividad práctica para finalmente convertirse en una de las principales ramas del arte fundamentada en el diseño, proyección y construcción de edificios, monumentos, espacios públicos, etc. Partiendo desde una misma base, la disciplina se ramificó según las características de los lugares donde era cultivada generando así la llamada arquitectura vernácula.

Hoy por hoy, la Humanidad vuelve a encontrarse frente a un obstáculo en su modelo de vida que precisa de una nueva adaptación.

El desarrollo sostenible es un término que aparece, en primer lugar, como una consecuencia del irreflexivo estilo de vida llevado hasta ahora. Por lo tanto, entre las prioridades esenciales de la sostenibilidad encontramos la protección medioambiental, el desarrollo social y el crecimiento económico.

La arquitectura sostenible surge entonces de las necesidades del que es realmente nuestro hogar; el planeta. Este tipo de arquitectura busca optimizar la utilización de recursos naturales y métodos de edificación para poder minimizar el impacto medioambiental y, a su vez, garantizar el máximo confort posible.

Como una de las principales premisas de la arquitectura contemporánea, la sostenibilidad se ha convertido en el recurso arquitectónico sobre el que se debe basar la arquitectura del futuro. Al ser una característica propia de la arquitectura moderna racionalista, la sostenibilidad aboga por la funcionalidad y, en consecuencia, rechaza cualquier estética cultural apostando por el minimalismo (como se verá en el apartado [ARQUITECTURA MODERNA](#)). Como tantas veces ha ocurrido anteriormente, la utilidad y la innovación se enfrentan a la identidad y la tradición, aparentemente incompatibles.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

El principal objetivo de este proyecto es la demostración de la hipótesis que afirma la posibilidad de que exista un nuevo tipo de arquitectura que combina elementos de la arquitectura tradicional o vernácula con técnicas modernas sostenibles. El proceso consta de una investigación principalmente teórica que definirá los conceptos clave para poder identificar la existencia del fenómeno arquitectónico y su posterior ejemplificación.

A continuación, en función de las conclusiones obtenidas, se realizará una demostración práctica basada en el fundamento teórico que las reafirme y, a mismo tiempo, profundice en ellas.

Como se ha podido entrever en la introducción, la razón detrás de esta hipótesis está relacionada con una posible desaparición de los elementos arquitectónicos vernáculos, los cuales representan el pasado, la personalidad y el carácter de cada lugar. Para evitarlo, este proyecto busca definir esta nueva arquitectura equilibrada entre innovación y tradición.

INVESTIGACIÓN: PARTE TEÓRICA

1. CONTEXTO HISTÓRICO: ARQUITECTURA DEL SIGLO XX Y XXI

1.1 MODERNISMO

La arquitectura modernista, surgida en la segunda mitad del siglo XIX supuso un nuevo comienzo y al mismo tiempo un punto de no retorno. Los pioneros de este movimiento rechazan técnicas elementales como la perspectiva lineal del Renacimiento o los trazados totalitarios del Barroco que llevaban más de dos siglos en vigor. Además, la reciente Revolución industrial y social y la nueva sociedad capitalista reclamaban una variación importante en la línea de acción. Iglesias y palacios fueron sustituidos por museos, viviendas, teatros y oficinas, marcando así el inicio de una nueva corriente.

El foco principal de este movimiento es la sociedad occidental teniendo quizás Europa algo más de iniciativa que América. Entre los países más destacables encontramos Reino Unido, Bélgica, Austria o España.

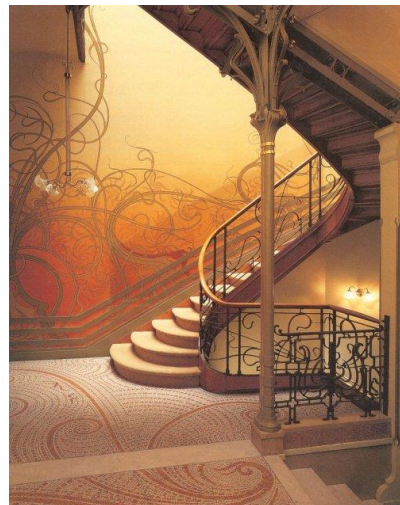


Ilustración 1 - Víctor Horta. Casa Tassel, (1892-1893) (Enlaces en la bibliografía)

Los materiales tradicionales como la piedra, la madera y los ladrillos se siguen trabajando, pero ahora, de forma más práctica. Como novedades, se incorporan el hierro, el vidrio y el cemento. La revolución siderúrgica implica un aumento exponencial en la producción de hierro, anteriormente utilizado sólo en accesorios, lo que permite la creación de armazones y decoraciones como rejas, barandillas, verjas, etc. La industria del vidrio, por su parte, avanza con la creación de grandes paneles que permiten una mayor luminosidad de los edificios. Estas dos nuevas aplicaciones juntas se vuelven muy comunes en edificios públicos. El mejor ejemplo es el Palacio de Cristal, construido en 1851 por Joseph Paxton.

En España, la arquitectura modernista se desarrolla principalmente en el Este peninsular. En Barcelona sobresale por encima de todos los demás el célebre arquitecto Antoni Gaudí, con obras como la Sagrada Familia.

1.2 ARQUITECTURA MODERNA

Podemos definir “arquitectura moderna” como el conjunto de estilos que encontramos a lo largo de la primera mitad del siglo XX y parte de la segunda. Su eje principal es el Movimiento Moderno, Arquitectura Internacional o Racionalismo, que deriva de la combinación entre las bases modernistas y las técnicas vanguardistas.

Esta corriente, cultivada de nuevo en la sociedad occidental, busca una arquitectura fundamentada en la razón. Es decir, trabaja con elementos simples como líneas o figuras para encontrar resultados funcionales, aunque esto suponga la pérdida de la ornamentación. Para ello, rechaza todo estilo histórico o tradicional como referencia. Como nuevos materiales encontramos el hormigón armado y el acero.



Ilustración 2 - Ludwig Mies van der Rohe (1886-1969)

La escuela Bauhaus es considerada la cuna de la arquitectura racionalista. El diseño industrial y el gráfico, fundamentales en la actualidad, fueron definidos a partir de las bases establecidas por la escuela. Uno de los directores y máximos exponentes de este movimiento fue Ludwig Mies van der Rohe, quien, acosado por las fuerzas nazis, huye a Chicago, Illinois, donde continuará con su obra. Van der Rohe se caracterizaba por la gran simplicidad de sus proyectos y la eliminación de cualquier detalle innecesario. Entre ellos, destacamos los apartamentos Lake Shore Dive en Chicago o la Nueva Galería Nacional de Berlín.

El otro gran representante racionalista fue el francés Le Corbusier, quien también daba a la arquitectura un marcado enfoque funcionalista, denominando una casa como “una máquina para vivir”. Realizó un gran número de aportaciones distinguiendo “*Los Cinco Puntos de una nueva Arquitectura*” y el Modulor. Este último es un sistema de medidas basado en las proporciones del cuerpo humano cuyas magnitudes se relacionan mediante el número áureo. Algunas de sus obras son “*Unité d’habitation*” en Berlín o La “*Villa Jeanneret-Perret*” en Francia.

Paralelamente a la arquitectura internacional, surge una corriente más filosófica que busca la armonía entre la naturaleza y la vivienda humana. Este movimiento es conocido como Arquitectura Orgánica. Directamente derivado del racionalismo, el estilo orgánico prima la utilidad por encima de la ornamentación y trata de integrar el edificio al contexto, tanto temporal como espacial, en el que se encuentra.

Su máximo representante conocido es el estadounidense Frank Lloyd Wright, quien pensaba que la arquitectura debía adecuarse al lugar, al tiempo y al hombre. Comparaba un edificio con un árbol, que se encuentra arraigado en el suelo, naciendo de él. Entre los elementos básicos encontramos: la planta libre, la ventana en esquina o el uso de hormigón armado, acero y vidrio. La construcción más representativa del movimiento es quizás la Casa de la cascada del propio Wright. Por último, para conseguir esa armonía con la naturaleza se empezaron a utilizar técnicas sostenibles.

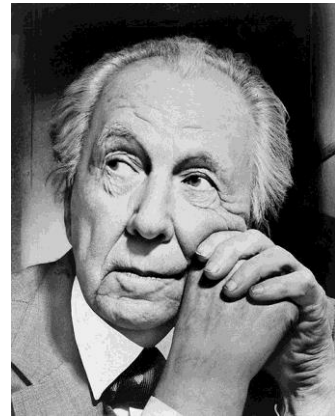


Ilustración 3 - Frank Lloyd Wright (1867 -1959)

1.3 ARQUITECTURA POSMODERNA Y ACTUALIDAD

Tras el fin de los grandes conflictos que asolaban el mundo, en 1950 se comienza a desarrollar una tendencia arquitectónica que rechaza las técnicas vanguardistas que caracterizan a la arquitectura moderna. En 1970 se alzaría como nuevo movimiento el Posmodernismo, anunciando el regreso de la ornamentación y la recuperación de las técnicas rechazadas por la corriente Moderna.

Hoy en día, el Posmodernismo domina sobre los demás estilos, destacando en el ámbito residencial. La nueva vivienda busca ser acogedora y agradable a la vista. La simplicidad en el diseño y la sostenibilidad quedan en un segundo plano, sin embargo, el funcionalismo se sigue buscando desde otros puntos de vista. Por ejemplo, los tejados planos modernos se sustituyen por los clásicos tejados a dos aguas y los derivados a cuatro aguas.

En América, predominan las viviendas individuales organizadas en barrios suburbanos, muy característicos de los Estados Unidos. En Europa, en cambio, hay mayor variedad, destacando bloques de apartamentos y urbanizaciones privadas. Ambos casos son ejemplos de Arquitectura Neoclásica, la cual recupera elementos clásicos y los combina con otros contemporáneos. Como autores posmodernos más destacados, encontramos a Charles Jencks como teórico y a Robert Venturi y Frank Gehry como arquitectos.



*Ilustración 4 - Frank Owen Gehry
(1962-Actualidad)*

Al contrario que en previas ocasiones, la aparición de una nueva corriente no supuso la desaparición de otra. La Arquitectura Moderna perdió influencia en el ámbito residencial pero no dejó de estar presente en la construcción de grandes edificios. A finales del siglo XX, se dio un renovado interés por este estilo, que, con algunas variaciones, pasó a llamarse “Arquitectura Neomoderna”.

En la actualidad no existe un estilo predominante. Los estilos posmodernista y neomoderno se reparten los distintos tipos de edificios llegando a veces a unificarse en la creación de otros. Multitud de estilos y técnicas se combinan dando lugar a una arquitectura muy heterogénea. Por ejemplo, en edificios emblemáticos como los museos, se utiliza mucho el deconstructivismo.

Ampliación fotográfica del Contexto Histórico Anexo (1)

Arquitectura en España (Siglos XX y XXI) Anexo (2)

2. ELEMENTOS ARQUITECTURA

La arquitectura es una disciplina con una rama de infinitas posibilidades. Los distintos materiales que utiliza y los diversos estilos empleados provocan que no existan dos proyectos idénticos. Sin embargo, es al mismo tiempo un campo muy dependiente, es decir, que la identidad de las obras depende a su vez de un gran abanico de factores. Diferenciamos:

- Contexto temporal. Los materiales y, sobre todo, los estilos dependen mucho del movimiento o corriente vigente en el momento de diseño de un edificio. (*Véase el apartado de Contexto histórico*).
- Contexto espacial. Este apartado se rige por otros factores más pequeños:
 - Dimensiones destinadas a la construcción del edificio. Este apartado influye sobre todo en el carácter final del edificio y no tanto en materiales o estilos.
 - Clima. El edificio debe adaptar los materiales e introducir elementos acordes a las condiciones climáticas del lugar. Por ejemplo, la regulación térmica es indispensable a día de hoy.
 - Localización topográfica. A ella pertenecen la inclinación o la altura respecto al nivel del mar. De ellas depende mucho la forma estructural del edificio.
- Contexto social. Se encuentra muy ligado a la localización geográfica del edificio. Depende de la influencia de la cultura del lugar, el nivel de desarrollo tecnológico y técnico y del urbanismo (*Anexo 3*).
- Economía. Es probablemente la condición más determinante. El dinero destinado al diseño y construcción de un edificio define lo que este va a ser. Cuanto mayor sea la inversión, mejores serán los materiales y la localización, más comodidades y funcionalidades se podrán incluir y se podrá contar con un grupo de arquitectos y otros trabajadores más competente y eficiente.
- Función. Siendo también de los factores más importantes, la función de un edificio es fundamental en la estructura y la organización de la infraestructura.

3. SOSTENIBILIDAD

A lo largo de la historia, la humanidad se ha encontrado con infinidad de obstáculos y ha cometido muchos errores. Algunos han supuesto un retroceso, pero en general, siempre hemos sido capaces de levantarnos y seguir adelante. Sin embargo, nunca nos hemos topado con un problema con consecuencias devastadoras irreversibles hasta el día de hoy, siendo el propio mundo el que se encuentra en peligro.

En septiembre del año 2019, ante la preocupación por datos estadísticos alarmantes, la ONU puso en marcha un proyecto como contramedida de lo que podía pasar si esos números seguían aumentando. Este proyecto consistía en un llamamiento de concienciación dirigido a toda la población mundial en forma de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible. El undécimo, “Ciudades y comunidades sostenibles”, plantea la necesidad de mejorar la interacción de las infraestructuras con el medioambiente y potenciar un desarrollo económico y cultural.

3.1 CLAVES DE LA ARQUITECTURA SOSTENIBLE

La arquitectura sustentable o sostenible es aquella que busca optimizar los recursos naturales y formas de edificación con el objetivo de minimizar el impacto medioambiental. Este tipo de arquitectura es desarrollada principalmente en edificios pertenecientes o derivados de las corrientes modernas del racionalismo, por tener un carácter funcionalista y minimalista en el diseño, y de la arquitectura orgánica, por su relación con el medio.

La sostenibilidad de un edificio se rige según varias tendencias o procedimientos. Como premisa fundamental de esta novedosa forma de edificar aparece la eficiencia energética, que, como su nombre indica, consiste en el uso eficiente de la energía. Para garantizar la existencia de la eficiencia energética se enuncian una serie de requisitos, como los recogidos en la directiva 2010/31/UE, adoptada por el Parlamento Europeo o los especificados en el CTE (Código Técnico de la Edificación) español, más concretamente en el DB-HE (Documento básico de ahorro de energía), con el objetivo de llegar a construir NZEB (Nearly Zero Energy Buildings), que son casas con consumo energético neto prácticamente nulo.

En primer lugar, para evitar que la energía, normalmente en forma de calor, se escape, se debe eliminar cualquier puente térmico, un punto en el material envolvente del edificio que falla en su función de aislar el calor. Son comunes en la unión entre dos materiales distintos, como entre tornillo y un tablón de madera. Por lo tanto, otra condición de la eficiencia energética es la utilización de materiales aislantes térmicos sostenibles como la fibra de madera u otras técnicas como la doble laminación de los materiales en un punto conflictivo, no dejando que se toquen entre sí. Estos, a su vez, son magníficos aislantes acústicos, evitando así la aparición de contaminación sonora.

La iluminación de un edificio es también un factor determinante en el diseño de este. Para maximizar la eficiencia energética, lo ideal es contar con grandes ventanas que proporcionen luz natural suficiente para minimizar el uso de luz artificial. Para optimizar la regulación térmica, tanto en invierno como en verano, se deben utilizar ventanas y vidrios de altas prestaciones. Inevitablemente el edificio debe contar con un sistema de iluminación artificial. Pero todo el consumo se puede reducir mediante iluminación LED, la cual es más eficiente (90%) y mucho más duradera que la halógena, lo que también la hace más barata a la larga (90%).

Para poder llevar un completo desarrollo sostenible se debe contar con fuentes de energía renovables. Aunque la relación eficiencia/precio no en todos los casos es superior a las energías no renovables, pronto lo será debido precisamente al agotamiento de estas últimas. Actualmente, las placas fotovoltaicas son una opción a tener en cuenta, ya que el único gasto aparente es el de instalación, dado que no necesitan combustibles de ningún tipo y rara vez precisan de mantenimiento.

Para culminar con la construcción de un edificio totalmente sostenible, se tienen en cuenta otras técnicas menos comunes, pero igualmente relevantes tales como:

- El uso de madera estructural por sus propiedades de absorción de CO₂, tener mayor vida útil que el acero u hormigón y no emitir sustancias nocivas.
- La pre-construcción o industrialización del edificio para un mayor aprovechamiento de los materiales y una reducción del tiempo de construcción. Esta actividad consiste en la previa fabricación y montaje de algunos elementos del edificio.
- Introducir diseños biofílicos o elementos naturales como jardines o plantas de adorno.

- Incorporar la domótica (automatización inteligente de la vivienda) para una mejor gestión energética. Por ejemplo, sistemas de calefacción inteligentes

3.2 EDIFICACIONES SOSTENIBLES

A pesar de su reciente introducción en el sector inmobiliario, la arquitectura sostenible se ha convertido en una de las características más importantes a la hora de adquirir o invertir en un edificio. El interés social por las infraestructuras sostenibles y las exigencias de la Unión Europea en la Directiva 2018/44 (actualización de la Directiva 2010/31) han provocado la aparición masiva de edificios con sellos de certificación sostenibles tales como LEED®, BREEAM® o Passivehaus.

La pandemia, con todas sus consecuencias, ha obligado a la población a permanecer mucho tiempo en sus casas, permitiéndoles detectar numerosas carencias (sobre todo energéticas) de sus hogares. Según el Consejo General de los Colegios Oficiales de Agentes de la Propiedad Inmobiliaria en España, esto ha provocado un aumento del 30% en la búsqueda de viviendas con eficiencia energética.

Actualmente, los países líderes en la producción de infraestructuras sostenibles son Noruega, Islandia, Canadá, Brasil y Australia. En España hay más de 10.000 empresas y estudios arquitectónicos con proyectos sostenibles, y grandes edificios eficientes como la torre Iberdrola en Bilbao, el parque tecnológico Palmas Altas en Sevilla o el edificio Botanic en Madrid.

4. FRANCIS KÉRÉ

Diébédo Francis Kéré es un arquitecto de origen burkinabé residente en Alemania cuya obra combina principalmente sostenibilidad, técnicas modernas y elementos primarios de su cultura, siendo su obra el objeto de estudio perfecto de este trabajo de investigación. Aunque tenga obras repartidas por todo el globo, la mayor concentración de estas se encuentra en territorio africano, más concretamente en su país, Burkina Faso.

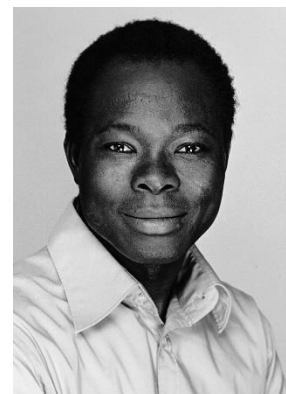


Ilustración 5 - Diébédo Francis Kéré (1965-Actualidad)

4.1 BIOGRAFÍA

Hijo del jefe de su pueblo natal, Gando, tuvo el “privilegio” de asistir a la escuela para traducir la correspondencia de su padre. Debido a la ausencia de colegios en los alrededores, deja a su familia y se marcha a vivir a la capital Uagadugú con tan sólo 7 años gracias a un fondo de ahorros reunido por todo el pueblo. Al acabar los estudios, trabaja hasta que recibe una beca para ir a estudiar a Alemania. Allí termina de formarse como arquitecto en la Universidad Técnica de Berlín. En 1998 crea la asociación “Schulbausteine für Gando” con la que recauda algo de dinero para poder financiar sus futuras obras y en 2001 funda su propio estudio de arquitectura ubicado en Berlín, Kéré Architecture. Tanto la asociación como el estudio siguen activos recaudando dinero y planteando nuevos proyectos de carácter benéfico en múltiples campos.

4.2 OBRAS

La obra de Kéré parte de un fundamento teórico perteneciente a la cultura occidental moderna para, más tarde, ser conjugada con elementos característicos propios de la arquitectura burkinabé. Su primera obra, la Escuela de Educación Primaria en Gando tiene un significado simbólico para él. El haber tenido que irse lejos para poder asistir a la escuela y la deuda que tenía con su gente le llevaron a levantar un pequeño edificio a las afueras del pueblo.

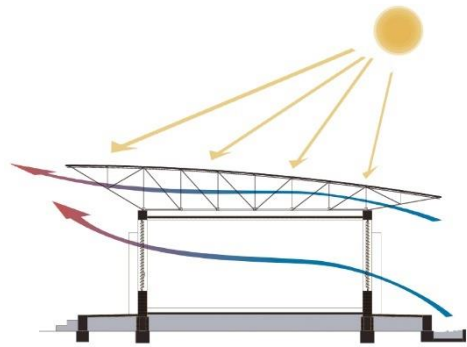
Con el pequeño presupuesto que contaba, Kéré nunca habría podido llevar a cabo el proyecto de no ser por la ayuda del pueblo en la construcción de este. La arquitectura rural del lugar consistía en edificios fabricados a partir de muros de barro vulnerables a las fuertes precipitaciones y un recubrimiento de chapa metálica que trata de evitar lo primero, pero provoca un sobrecalentamiento en el interior del edificio.



*Ilustración 6 - Colegio de Primaria
(Gando)*

Partiendo con esos materiales, pero utilizando las técnicas aprendidas en Alemania, Kéré consigue levantar tres clases alineadas y separadas entre ellas sobre una base de 216 metros cuadrados de piedra. Las paredes y techos se construyen con ladrillos de tierra arcillosa, los cuales crean un espacio interior con gran confort térmico. Los tres edificios se unen por un tejado metálico separado del techo por barras de metal cuya función es protegerlos de la lluvia. Además, la separación entre el techo de arcilla y el tejado permite una excelente ventilación del edificio evitando el sobrecalentamiento.

En 2001 la escuela es terminada, lo que lleva a Kéré a ganar el Premio Aga Khan de Arquitectura en 2004. Dos años después, la creciente demanda de alumnos hizo necesaria una ampliación. Esta vez, contando con un presupuesto más estable y teniendo en cuenta las carencias de la anterior construcción, Kéré, de nuevo con la ayuda del pueblo, diseña y construye una nueva ala compuesta por cuatro clases. Los materiales utilizados son los mismos, sin embargo, el techo de ladrillos pasa a tener un carácter abovedado con pequeños orificios que facilitan la ventilación. Además, contando con más espacio (318 m²), las clases se organizan en dos edificaciones con una separación entre medias con un agujero ovalado en el centro, con escalones, que actúa como graderío.



*Ilustración 7 - Esquema de la ventilación
de la escuela*

Según pasaba el tiempo, Kéré volvía y realizaba alguna ampliación para satisfacer cualquier nueva necesidad que surgiese: viviendas para los profesores, una biblioteca, otra sección de clases para educación secundaria... El prestigio que iba acumulando le conseguía mayores fondos, lo que al mismo tiempo le permitía llevar a cabo técnicas más novedosas, nunca dejando a un lado la arquitectura vernácula de Gando. Su popularidad le llevó a trabajar en proyectos por todo Burkina Faso y fue invitado a numerosos eventos como uno de los mayores representantes de la arquitectura sostenible. (*Anexo 4*).

CONCLUSIONES: PARTE TEÓRICA

Tras haber definido de forma eficiente los elementos que intervendrían en un modelo de arquitectura que unifique elementos tradicionales y sostenibles se han podido alcanzar una serie de conclusiones.

La sostenibilidad, como propiedad arquitectónica, es muy versátil. Su gran relevancia en la sociedad actual la asocia con el concepto de innovación, por lo que se encuentra en una constante evolución. La gran cantidad de procedimientos por los que se puede llegar a conseguir no hace más que aumentar día tras día, convirtiéndola en un recurso extremadamente adaptable. Además, su inclusión en las distintas infraestructuras no supone grandes cambios en los ámbitos materiales y estéticos del edificio.

Con obras como la del arquitecto Francis Kéré podemos observar que hasta las zonas del mundo con la arquitectura más subdesarrollada como lo es su pueblo, Gando, pueden adoptar elementos o técnicas sostenibles que mejoren tanto la interacción con el medioambiente como la calidad de vida.

De esta forma, concluyo como aprendizaje, desde la demostración teórica, que la hipótesis pronunciada acerca de la posibilidad de combinar la arquitectura vernácula con elementos sostenibles es totalmente factible. Esto se debe, en su mayoría, a la gran adaptabilidad y variabilidad que presenta el desarrollo sostenible arquitectónico y las formas de conseguirlo gracias al compromiso profesional que trabaja por incluir estos elementos en cualquier entorno.

En consecuencia, también concluyo que, a pesar de haber sido considerada una característica funcional del movimiento racionalista moderno, no por ello es incompatible con la ornamentación tradicional.

INVESTIGACIÓN: PARTE PRÁCTICA

1. PLANIFICACIÓN

Partiendo de las conclusiones sacadas del marco teórico, la parte práctica del proyecto se focaliza en la demostración de las mismas a través de la elaboración de un modelo y una maqueta de una vivienda basada en la arquitectura tradicional madrileña que posea elementos sostenibles.

El procedimiento práctico que seguir consta de varias partes. En primer lugar, se realizará un estudio sobre los distintos tipos de arquitectura vernácula que se dan en Madrid. A continuación, se elaborará un diseño y una propuesta sostenible de un modelo de vivienda basado en uno de los territorios estudiados en el anterior apartado. A este modelo se le aplicarán todos los elementos sostenibles posibles de los tratados en el ámbito teórico. Por último, a partir de los planos de la vivienda se construirá una maqueta a escala de esta.

2. ARQUITECTURA TRADICIONAL EN MADRID

La arquitectura tradicional de la Comunidad de Madrid es una de las más variadas de toda España. Aunque la cultura y el urbanismo locales tienen cierta influencia, la arquitectura vernácula queda definida por el relieve, el clima y los materiales, los cuales dependen de la geología y la vegetación.

Teniendo en cuenta las condiciones mencionadas, la división del terreno óptima es la comarcal. Una comarca es una división del terreno según su paisaje geográfico. Este paisaje se ve afectado por elementos naturales como la orografía, hidrografía, clima o vegetación, y elementos humanos como el urbanismo, la demografía o la vivienda rural.

Según el Libro Blanco de la Política Agraria y el Desarrollo Rural, podemos dividir la Comunidad de Madrid en 6 comarcas. Estas son:

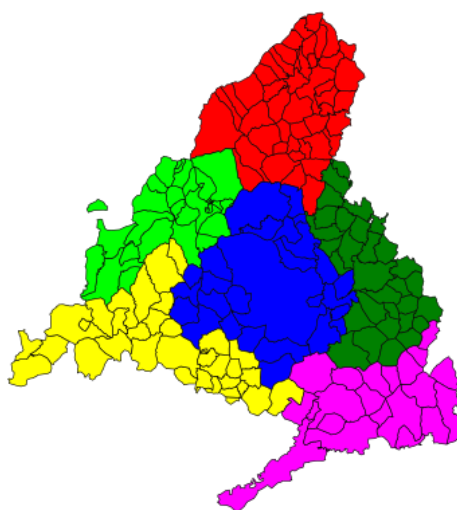


Ilustración 8 – Comarcas de la Comunidad de Madrid según el Libro Blanco de la Política Agraria y el Desarrollo Rural

2.1 LA SIERRA NORTE (ROJO)

Como indica su nombre, la comarca se encuentra delimitada en el Norte por la Sierra de Madrid. El material predominante es la piedra, más concretamente el granito, aunque también son comunes la cuarcita y la caliza. Estas se colocan mediante mampostería (colocación manual, normalmente de piedras sin tallar), levantando muros de medio metro de grosor cuyos huecos se tapan con cal. El armazón del edificio es principalmente de madera y el tejado, a dos o a tres aguas, es de teja árabe. Por último, el suelo es de baldosa cocida o pizarra.

Como municipios característicos de la comarca destacamos Patones de Arriba y Buitrago del Lozoya. (*Imágenes en el Anexo 5*).

2.2 LA CUENCA DEL GUADARRAMA (VERDE CLARO)

La Cuenca o Sierra de Guadarrama es una comarca que se corresponde con la zona central de la Sierra. Los muros, ahora de carga, son o de sillarejo granítico (granito ligeramente tallado) con sillería (piedra bien pulida y tallada) en las esquinas, o revocados con cal (revestidos con una capa de cal) en la fachada y el interior. El grosor vuelve a ser de medio metro para mantener una buena temperatura. Las cubiertas, a dos aguas, están definidas por unas pocas cerchas simples de madera de pino, y el tejado vuelve a ser de teja árabe.

Municipios como Manzanares el Real, San Lorenzo del Escorial o Alpedrete pertenecen a esta comarca.

2.3 LA SIERRA SUR Y LA SAGRA (AMARILLO)

Esta comarca se corresponde con los territorios situados en la zona Sudoeste de Madrid que lindan con el Norte de Toledo. Los edificios se construyen con tapial (tierra prensada) con refuerzos de mortero u cal llamados *brenca*s. También es posible encontrar muros de adobe encalado. La madera llega de la Sierra para componer los entramados de las casas.

Algunos de los municipios más representativos de la comarca son Valdemoro, Cadalso de los Vidrios o las Navas del Rey.

2.4 EL ÁREA METROPOLITANA (AZUL)

El área metropolitana también llamada las Lomas de Madrid se compone de la ciudad de Madrid y un anillo de municipios a su alrededor. En general, de esta zona apenas quedan vestigios de arquitectura vernácula al haberse dado un proceso de urbanización muy ecléctico, quedando sólo aquellos edificios más representativos o monumentales como iglesias, corralas y patios. En general, cada zona se encuentra influenciada por sus comarcas colindantes.

Como territorios que conservan más elementos tradicionales figuran los municipios de Villanueva del Pardillo o Pozuelo de Alarcón.

2.5 LA CAMPIÑA O ALCARRIA DE ALCALÁ (VERDE OSCURO)

Esta zona se corresponde con el Este de la Comunidad. La abundancia de arcilla en la comarca da lugar a una construcción basada en la mampostería de ladrillo, y menos habitualmente, paredes de tapial encintado. La madera es utilizada para la estructura, la carpintería y la fabricación de tarimas. Vigas y tableros de este material soportan cubiertas de teja árabe. La tipología más extendida es la casa de labor, con ventanas de mayor tamaño que en la zona Oeste. Estas absorben radiación solar en invierno y se cubren de balcones precisamente para no hacerlo en verano.

Dentro de la Campiña nos encontramos con Alcalá de henares, Talamanca del Jarama o Arganda del Rey.

2.6 LA COMARCA DE LAS VEGAS (ROSA)

También conocida como la Alcarria Sur o de Chinchón la comarca de Las Vegas se sitúa en el Sudeste provincial. Las viviendas y casas de labor del territorio se construyen principalmente con muros de tapias de barro encintados con brecas semicirculares de yeso que más tarde serán encalados por ambas caras. La escasez de madera en la zona sólo permite utilizarla en elementos estructurales indispensables como vigas o cargaderos. Por último, el barro aparece en baldosas para pavimentos y en tejas árabes organizadas en cubiertas tipo meseta, a dos aguas y con aleros mínimos.

Para terminar, en la zona de la Alcarria aparecen municipios como Chinchón, Fuentidueña del Tajo u Colmenar de Oreja.

3. DISEÑO Y MODELO SOSTENIBLE DE LA VIVIENDA

3.1 SELECCIÓN

En un primer momento, la intención era diseñar la vivienda a partir de la arquitectura vernácula de Boadilla del Monte como un modelo que nos resultase familiar a todos. Sin embargo, como en la gran mayoría de los territorios pertenecientes al Área Metropolitana ya definida, la arquitectura tradicional sufre un proceso de urbanización que prácticamente la hace desaparecer. Los únicos edificios en Boadilla que mantienen cualidades tradicionales son aquellos de carácter monumental tales como el Antiguo Convento y el Palacio del Infante Don Luis. Por lo tanto, se decidió escoger otro de los tipos de arquitectura vernácula estudiados, saliendo elegido el estilo de la Sierra de Guadarrama.

3.2 DESARROLLO

A partir del siguiente plano de una vivienda estilo chalé predefinida de una planta, definiré los cambios pertinentes para elaborar un modelo de vivienda de la zona de la Sierra de Guadarrama al que se le introduzcan elementos sostenibles.

En primer lugar, los muros se dividirían en una parte exterior y una interior. La exterior constaría de una zona inferior o zócalo de aproximadamente un metro de altura de sillarejo granítico, y de una parte superior hasta el tejado del mismo material en sillería revocado en cal. La estructura

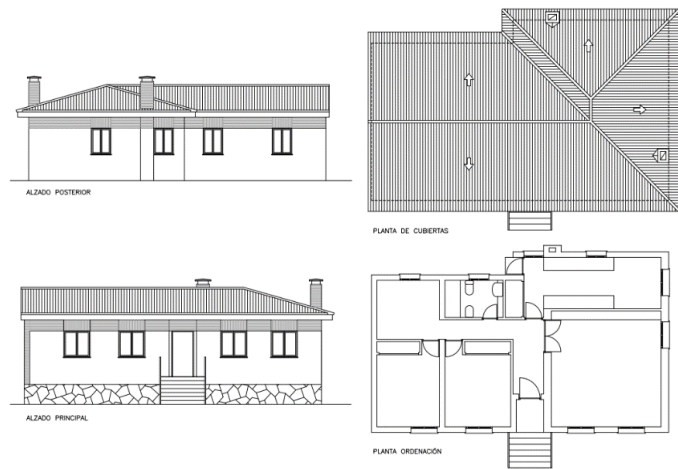


Ilustración 9 - Planos de chalé predefinido (elaboración propia con ayuda del tutor)

interior está compuesta de varias capas superpuestas, entre las que encontramos una base coat y una malla de refuerzo para fortalecer el revoque, una placa OSB que soporta gran parte de la carga de la estructura y tiene propiedades aislantes (tanto térmicas como acústicas), barreras de vapor contra la humedad y una capa final de láminas de yeso.

En cuanto a la estructura, es preferible el uso de la madera por sus propiedades ya mencionadas (página 14). Por su parte, la cubierta o tejado se compone de tejas árabes organizadas en tres aguas. Encima de él, como propuesta de energía renovable más económica, se podrían instalar placas fotovoltaicas sobre él.

A continuación, el cambio más grande se daría en las ventanas, las cuales serían sustituidas por grandes ventanales de doble cristal de altas prestaciones para otorgar un mayor nivel de luz y asegurar la rotura de puentes térmicos. También se debe plantear un sistema de alumbrado basado en iluminación LED.

Por último, como procedimientos alternativos, podemos incluir la industrialización de algunos componentes, ornamentos biofílicos en el interior e incorporaciones tecnológicas inteligentes como suelos radiantes térmicos que sustituyen a la calefacción actual.

3.3 PRESUPUESTOS

Para comparar las dos viviendas debemos fijarnos en varios factores. Suponiendo que ambas se encuentran en la misma localización (Guadarrama: 1700€/m²), a la misma altura, con la misma orientación y tienen superficies iguales (185m²) y la misma edad, entonces la diferencia de precios radicaría en los acabados y estructura. Suponiendo también que la casa no sostenible tiene una calificación media de eficiencia energética de D, podemos considerar que posee algún material aislante en los muros, estructura de madera y buena iluminación natural. Aun así, el presupuesto inicial de la vivienda sostenible superaría ampliamente al de normal sobre todo por el suelo radiante y las energías renovables. Sin embargo, a largo plazo, el modelo sostenible es mucho más rentable tanto económica como energéticamente.

3.4 MAQUETACIÓN

Una vez terminado el modelo de la vivienda se procede a construir una maqueta de medidas (54*33 cm) de cartón pluma. Los materiales utilizados para su realización en total no superan los 15 euros, siendo un proyecto asequible económicamente hablando. La maqueta se basa en una actualización del plano original, incorporando los elementos explicados en el apartado anterior.

CONCLUSIONES FINALES

Una vez terminada la parte práctica del proyecto, podemos observar que se confirman las conclusiones de la parte teórica: La sostenibilidad se puede aplicar a cualquier tipo de edificio gracias a su adaptabilidad y no supone grandes cambios.

Partiendo de esta última idea, en la elaboración de un modelo de casa sostenible se ha partido de una casa ya construida, por lo que concluyo que la arquitectura vernácula sostenible es también un modelo de reforma y restauración arquitectónica factible.

A nivel económico, concluyo que este nuevo tipo de arquitectura supone un ahorro superior en su construcción, por el uso de materiales de la zona, y a largo plazo, ya que el gasto energético es ínfimo frente a un edificio convencional. Por otro lado, el precio inicial de compra es muy probable que sea mayor por su condición de edificio sostenible.

Por tanto, como conclusión fundamental, añado que este tipo de arquitectura no tiene ningún inconveniente aparente, dado que posee todos los beneficios de la sostenibilidad arquitectónica y mantiene los elementos tradicionales de la arquitectura vernácula, la cual es la razón principal por la que se realiza este proyecto.

Finalmente, como conclusión personal, creo que la elaboración de este proyecto ha sido una experiencia enriquecedora de cara al futuro. Como persona indecisa sobre su futuro profesional, me ha ayudado a enfocar de otra manera mis aspiraciones e intereses académicos, lo que será crucial a la hora de tomar la decisión final.

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto es al final una propuesta de un nuevo modelo de edificar muy concreto explicado desde un punto de vista muy general. Sobre él se pueden construir proyectos que profundicen en algunos conceptos clave, encontrando limitaciones que yo no he llegado a ver.

En general, las propuestas más lógicas serían aquellas que tratasen de perfeccionar la introducción de la sostenibilidad en cualquier tipo de edificación ya no sólo para evitar su desaparición, sino también para no tener que obligar a los habitantes de zonas rurales a adaptarse a un estilo de vivienda más urbano.

Como proposición personal, recomiendo encarecidamente buscar obras de autores como la de Kéré, ya que inspiran a cambiar el mundo.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS Y DOCUMENTOS CONSULTADOS

- *Francis Kéré – Primary Elements* (Museo ICO y Arquitectura viva)
- Directiva (UE) 2018/844 del Parlamento Europeo y del Consejo (<https://www.boe.es/doue/2018/156/L00075-00091.pdf>)
- *Vivienda y Sustentabilidad Urbana Conceptos y Propuestas* – Dania González (http://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-04-27_02-08-2098165.pdf)
- Bruce Brooks Pfeiffer – *La Arquitectura Orgánica* (http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-05-13_06-50-48101386.pdf)
- *Arquitectura y Urbanismo del siglo XX* – Jorge Sainz (https://oa.upm.es/38368/1/Sainz_arq_urb_opt_parte1.pdf)
- “Posmodernismo en Europa” – Eduardo Suárez (<https://es.slideshare.net/panduks/posmodernismo-en-europa-15056278>)
- Documento Básico HE – Ministerio de Fomento (<https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HE/DccHE.pdf>)
- “PASSIVEHAUS: Adaptación al clima Mediterráneo” – Marta Lozano (https://oa.upm.es/39278/1/TFG_Marta_Lozano_Reina.pdf)
- “Soluciones Bioclimáticas de la Arquitectura Vernácula Madrileña” – Eduardo Carlos Calvo Soto (https://oa.upm.es/57937/1/TFG_20_Calvo_Soto_Eduardo_Carlos.pdf)

ARTÍCULOS CONSULTADOS

- 10 Claves de la Arquitectura Sostenible – Vanesa Ezquerro
(<https://www.vanesaezquerro.com/10-claves-de-la-arquitectura-sostenible/>)
- Vida Sostenible: La arquitectura que abraza la naturaleza – Eduardo Infante
(<https://www.revistaad.es/arquitectura/articulos/vida-sostenible-arquitectura-abraza-naturaleza/29287>)
- Aumento de la demanda de viviendas con eficiencia energética – Julio Redacción
(<https://www.oirealtor.com/noticias-inmobiliarias/aumento-de-la-demanda-de-viviendas-con-eficiencia-energetica/>)
- Arquitectura Sostenible. El mito y la realidad – Juan Carlos García de los Reyes
(<https://granadablogs.com/gr-arquitectos/2009/09/23/arquitectura-sostenible-el-mito-y-la-realidad/comment-page-1/>)
- Aumenta la demanda de construcciones sostenibles en la Sierra de Madrid
(<https://www.inmodiario.com/180/29596/aumenta-demanda-construcciones-sostenibles-sierra-madrid.html>)
- Seis Joyas de la Arquitectura Sostenible en España – Isabel Valdés
(https://elpais.com/elpais/2017/09/18/fotorrelato/1505753503_798528.html#foto_gal_1)
- Sostenibilidad y Ahorro, Ventajas de la Iluminación LED – RUT
(<https://www.esturirafi.com/2021/05/iluminacion-sostenible-led-ahorro-energetico.html>)
- Los 5 países que lideran la arquitectura sostenible en el mundo
(<https://www.cupastone.es/5-paises-lideran-arquitectura-sostenible/>)
- Diferencias entre la arquitectura tradicional y sostenible
(<https://metro7.es/diferencias-entre-arquitectura-tradicional-y-sostenible/>)
- Cuando el hombre dejó la cueva – Enrique Mingo
(https://www.diariovasco.com/prensa/20070202/cultura/cuando-hombre-dejo-cueva_20070202.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.diariovasco.com%2Fprensa%2F20070202%2Fcultura%2Fcuando-hombre-dejo-cueva_20070202.html)

OTRAS PÁGINAS WEB

- Kéréarchitecture (<https://www.kerearchitecture.com/>)
- Arquitectura (Contemporánea) – Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura#Arquitectura_contempor%C3%A1nea)
- Arquitectura Vernácula – Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_vern%C3%A1cula)
- Arquitectura del Modernismo – Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_del_Modernismo)
- Arquitectura Moderna – Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_moderna)
- Racionalismo (Arquitectura) – Wikipedia
([https://es.wikipedia.org/wiki/Racionalismo_\(arquitectura\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Racionalismo_(arquitectura)))
- Funcionalismo (Arquitectura) – Wikipedia
([https://es.wikipedia.org/wiki/Funcionalismo_\(arquitectura\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Funcionalismo_(arquitectura)))
- Escuela de la Bauhaus – Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/Escuela_de_la_Bauhaus)
- Ludwig Mies van der Rohe – Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/Ludwig_Mies_van_der_Rohe)
- Le Corbusier – Wikipedia (https://es.wikipedia.org/wiki/Le_Corbusier)
- Arquitectura Orgánica – Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_org%C3%A1nica)
- Frank Lloyd Wright – Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/Frank_Lloyd_Wright)
- Arquitectura Posmoderna – Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_posmoderna)
- Posmodernidad (Arquitectura) – Wikipedia
(<https://es.wikipedia.org/wiki/Posmodernidad#Arquitectura>)
- Arquitectura de España (Arquitectura Moderna) – Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_de_Espa%C3%B1a#Arquitectura_moderna)
- Contemporary Architecture – Wikipedia
(https://en.wikipedia.org/wiki/Contemporary_architecture)

- Arquitectura Neoclásica – Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_neocl%C3%A1sica)
- Regionalismo (Arquitectura) – Wikipedia
([https://es.wikipedia.org/wiki/Regionalismo_\(arquitectura\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Regionalismo_(arquitectura)))
- Arquitectura Regionalista – Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_regionalista)
- Arquitectura Neomoderna – Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_neomoderna)
- Deconstructivismo – Wikipedia
(<https://es.wikipedia.org/wiki/Deconstructivismo>)
- Urbanismo – Wikipedia (<https://es.wikipedia.org/wiki/Urbanismo>)
- Planeamiento Urbanístico – Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/Planeamiento_urban%C3%ADstico)
- Puente Térmico – Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/Puente_t%C3%A9rmico)
- CTE – Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_T%C3%A9cnico_de_la_Edificaci%C3%B3n)
- DB-HE – Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/Documento_b%C3%A1sico_de_ahorro_de_energ%C3%ADa)
- Passivhaus – Wikipedia (<https://es.wikipedia.org/wiki/Passivhaus>)
- Anexo: Municipios de la Comunidad de Madrid – Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Municipios_de_la_Comunidad_de_Madrid)
- Arquitectura de Madrid – Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_de_Madrid)
- Comarcas de la Comunidad de Madrid – Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/Comarcas_de_la_Comunidad_de_Madrid)
- Comarca – Wikipedia (<https://es.wikipedia.org/wiki/Comarca>)
- Diébedo Francis Kéré – Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/Di%C3%A9bedo_Francis_K%C3%A9r%C3%A9)

- ¿Cuánto cuesta construir de forma sostenible? – inarquia (<https://inarquia.es/cuanto-cuesta-construir-sostenible/>)
- La Importancia de la Construcción Sostenible – Umacon (<http://www.umacon.com/noticia.php/es/la-importancia-de-la-construccion-sostenible/424>)
- ¿Qué es el desarrollo sostenible? – Acciona (https://www.acciona.com/es/desarrollo-sostenible/?_adin=11551547647)
- Objetivos de Desarrollo Sostenible: Década de Acción – UN(ONU) (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/decade-of-action/>)
- Objetivo 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles – UN(ONU) (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>)
- Arquitectura Sostenible: Su importancia en el medioambiente – Cmyk (<https://cmyk-arq.es/arquitectura-sostenible-en-el-medio-ambiente/>)
- Evolución del Mercado de las edificaciones Sostenibles y Energéticamente Eficientes – Cohispania (<https://www.cohispania.com/comunicacion/es/blog/evolucion-del-mercado-de-las-edificaciones-sostenibles-y-energeticamente-eficientes>)
- Energio (<https://www.energio.es/leed-breeam/>)
- Breeam (<https://breeam.es/>)
- Arquitectura neo-ecléctica – Hisour (<https://www.hisour.com/es/neo-eclectic-architecture-31026/>)
- ¿Qué es el urbanismo? – Sociedad de Tasación (<https://www.st-tasacion.es/es/herramientas/glosario/que-es-el-urbanismo.html>)
- Arquitectura Sostenible – Construible (<https://www.construible.es/arquitectura-sostenible>)
- La Tapia – Restapia (<http://www.restapia.es/59515/la-tapia>)
- ¿Cómo se determina el valor de un inmueble? – Vidalgoma (<https://www.vidalgoma.es/noticias/como-se-determina-el-valor-de-un-inmueble>)

FOTOGRAFÍAS

- Ilustración 1 - Víctor Horta. Casa Tassel, (1892-1893). Obtenido de https://masdearte.com/media/reb_arquitecturamodernista1.jpg
- Ilustración 2 - Ludwig Mies van der Rohe (1886-1969). Obtenido de https://www.arquitecturaydiseno.es/medio/2020/07/17/ludwig-mies-van-der-rohe-un-legado-de-obras-maestras-que-ejercieron-una-enorme-influencia-en-la-arquitectura-del-siglo-xx-en-la-imagen-con-la-maqueta-del-crown-hall-de-chicago-1956_c0d99fe5_608x792.jpg
- Ilustración 3 - Frank Lloyd Wright (1867-1959). Obtenido de https://images.adsttc.com/media/images/5393/3221/c07a/8056/9e00/04ae/large_jpg/United_States_Library_of_Congress's_Prints_and_Phographs.jpg?1402155540
- Ilustración 4 - Frank Owen Gehry (1962-Actualidad). Obtenido de <https://www.naharro.com/wp-content/uploads/2018/03/Frank-Owen-Gehry.jpg>
- Ilustración 5 – Diébédo Francis Kéré (1965-Actualidad). Obtenido de https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/33/Francis_K%C3%A9r%C3%A9.jpg (Foto de Sculbausteine)
- Ilustración 6 – Colegio de Primaria (Gando). Obtenido de https://www.experimenta.es/wp-content/uploads/2012/10/Primary-School-Gando_041-3-600x370.jpg
- Ilustración 7 – Esquema de la ventilación de la escuela. Obtenido de https://arquitecturaviva.com/assets/uploads/obras/41018/av_59447.jpeg?h=8d8d2318
- Ilustración 8 – Comarcas de la Comunidad de Madrid según el Libro Blanco de la Política Agraria y el Desarrollo Rural. Obtenido de https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1e/7-Comarcas_de_Madrid.svg/800px-7-Comarcas_de_Madrid.svg.png
- Ilustración 9 – Planos de Chalé predefinido (Elaboración propia con ayuda del tutor).
- PORTADA
(https://arquitecturaviva.com/assets/uploads/obras/41030/av_imagen.jpeg)