

**EDIFICACIÓN SOSTENIBLE: UN ECOBARRIO RESILIENTE
Y ADAPTABLE A LAS NECESIDADES CAMBIANTES DE
NUESTRA SOCIEDAD**



Componentes del equipo:

- Leire Carrascosa Barado
- Guillermo Qiu Chi
- Ignacio Ramos Nicolás

Directora del trabajo:

M^a Asunción García Mayor

Queremos agradecer a Emilio Tuñón, por la visión que nos ha otorgado sobre el tema. A Asunción García, por guiarnos durante el trabajo. A Cristina Nicolás Soto y a EDIFICA Arquitectura e ingeniería por resolvernos dudas sobre la sostenibilidad y darnos ideas sobre el tema.

Resumen

Este trabajo gira en torno al desarrollo sostenible de infraestructuras y la edificación resiliente, con todas sus implicaciones. Según la RAE, la definición de resiliencia incluye la capacidad de un material para recuperar su estado inicial tras haber sido perturbado por distintas adversidades. Dentro del ODS 9 de Naciones Unidas (Industria, innovación e infraestructura) de la Agenda 2030, está el desarrollo de infraestructuras resilientes y sostenibles, es decir, que resistan el clima extremo, desastres naturales y se adapten al crecimiento de la población, por lo que una infraestructura resiliente es implícitamente sostenible.

A su vez, la resiliencia aporta beneficios en lo que respecta a aspectos medioambientales, ya que reduce el mantenimiento, evita costes, lo que mejora la convivencia y el desarrollo financiero, generando beneficios e impactando en elementos socioeconómicos.

Por otro lado, una infraestructura sostenible reduce el consumo de energía, reduce las emisiones de CO₂ y la huella de carbono. Además, mejora la habitabilidad y confort de las viviendas, lo que repercute en una mejor calidad de vida.

En la actualidad, existen varios proyectos finalizados o en desarrollo sobre infraestructuras resilientes y sostenibles, con sus propias características y resultados. Tras haber investigado sobre los distintos rasgos de un ecobarrio, hemos desarrollado un proyecto de ecobarrio en Getafe.

Palabras clave: sostenibilidad, infraestructura, resiliencia, ecobarrio, renovable, desarrollo.

Abstract

This work revolves around the sustainable development of infrastructure and resilient building, with all its implications. According to the RAE, the definition of resilience includes the ability of a material to recover its initial state after having been disturbed by different adversities. Within the United Nations SDG 9 (Industry, innovation and infrastructure) of the 2030 Agenda, there is the development of resilient and sustainable infrastructures, that is, they resist extreme climate, natural disasters and adapt to population growth, so resilient infrastructure is implicitly sustainable.

In turn, resilience provides benefits in terms of environmental aspects since it reduces maintenance, avoids costs, which improves coexistence and financial development, generating benefits and impacting socioeconomic elements.

On the other hand, sustainable infrastructure reduces energy consumption, reduces CO2 emissions and the carbon footprint. In addition, it improves the habitability and comfort of homes, which results in a better quality of life.

Nowadays, there are several projects completed or in development on resilient and sustainable infrastructures, with their own characteristics and results. After having researched the different features of an eco-neighborhood, we have developed an eco-neighborhood project in Getafe.

Keywords: sustainability, infrastructure, resilience, econeighborhood, renewable, development.

Índice

1. Introducción	4
2. Metodología	5
3. Marco teórico	6
3.1. Edificación resiliente	6
3.2. Beneficios de la edificación sostenible	7
3.2.1. Limpieza y distribución del agua	7
3.2.2. Energía limpia y accesible	8
3.2.3. Acceso financiero	8
3.2.4. Mejora de las relaciones humanas	9
3.3. Proyectos de ciudades sostenibles	10
3.3.1. <i>The Line</i>	10
3.3.2. <i>Sarriguren</i>	11
4. Diseño de un ecobarrio en Getafe	12
4.1. Optimización en el consumo	13
4.2. Ahorro de energía	15
4.3. Estructura urbana	18
4.4. Empleo de materiales sostenibles	19
4.5. Financiación óptima	20
5. Análisis y discusión de resultados	21
6. Conclusiones	22
7. Referencias bibliográficas	23
8. Anexo	26

1. Introducción

El desarrollo sostenible trata de encontrar el equilibrio entre las actividades humanas, la prosperidad económica y el cuidado del medioambiente. Además, busca en todo momento preservar las materias primas y evitar que se agoten.

El desarrollo sostenible tiene que buscar siempre el ahorro de energía y el uso de recursos renovables autóctonos, adaptándose a las necesidades cambiantes de la sociedad y rehuendo comprometer a las futuras generaciones. Por otro lado, se debe primar el uso de los espacios libres y saludables donde desarrollar actividades en contacto con la naturaleza.

Destaca la importancia de un buen sistema de tratamiento y gestión del agua para dotar a los ciudadanos de un agua de calidad y reducir su consumo.

También es importante realizar una correcta gestión y tratamiento de los residuos para reducir la contaminación. Por otro lado, la resiliencia implica usar todas las tecnologías disponibles para mejorar las técnicas de construcción de infraestructuras y llevar a cabo un mayor aprovechamiento de las materias primas garantizando su resistencia en el tiempo.

El objetivo principal en este trabajo es el desarrollo de un proyecto en el que se comprendan las principales características del desarrollo sostenible de infraestructuras y, más específicamente, en la creación de un barrio sostenible situado en Getafe, Madrid.

2. Metodología

En este trabajo, cuyo tema principal es la edificación resiliente y sostenible de infraestructuras, hemos utilizado varios procedimientos para su compleción. Debido a la particularidad del tema, incluiremos un desarrollo tanto teórico como práctico.

Por un lado, hemos agrupado dentro del marco teórico una búsqueda bibliográfica que incluye tanto publicaciones de revistas científicas que abordan el tema del trabajo como documentos oficiales de boletines de las Naciones Unidas o la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe).

Por otro lado, hemos procedido a recopilar información mediante una entrevista a D. Emilio Tuñón, arquitecto español ganador de numerosos premios de arquitectura como el Premio Nacional de Arquitectura 2022.

Por último, hemos elaborado un proyecto de un ecobarrio en la ciudad de Getafe, siguiendo las pautas de la información previamente recopilada e incluyendo una maqueta de elaboración propia. De esta forma hemos logrado mejorar el conocimiento sobre arquitectura sostenible y edificación resiliente. A lo largo del proyecto se abordan diversas variables como los materiales que se deben usar, técnicas de disminución de consumo energético o infraestructuras que mejoren la sostenibilidad.

Se siguieron los siguientes pasos:

Primeramente, se hizo una recopilación de fuentes bibliográficas, leyendo y guardando las direcciones web de diversos estudios sobre sostenibilidad, así como documentos oficiales de relevancia.

Posteriormente, se estructuró el trabajo y se redactaron algunas de las partes principales, para que el trabajo comenzara a coger forma. También se revisaron proyectos sobre edificación sostenible que han fracasado para que el nuestro no cometiera los mismos errores.

A continuación, se concertó una entrevista con D. Emilio Tuñón, arquitecto referente en España, para orientarnos en la redacción y adquirir algunas ideas sobre arquitectura sostenible y resiliente.

En última instancia, se terminó de redactar el trabajo según los conocimientos previamente adquiridos, mientras se construía la maqueta con el fin de que ayudara de forma visual a entender el trabajo y darle coherencia.

3. Marco teórico

3.1 Edificación resiliente

En los últimos años, la sostenibilidad es un aspecto que se está teniendo en cuenta a la hora de la creación de ciudades y de su rehabilitación. Estos proyectos tienen la responsabilidad de ofrecer un desarrollo sostenible y resiliente a factores medioambientales, sociales y económicos (Forética, 2023). Existen varias diferencias entre una ciudad sostenible y resiliente y otra que no lo sea, como el acceso a recursos y servicios públicos, beneficios medioambientales y desarrollo económico, entre otros (Oxfam Intermón, 2017).

Tal y como afirma Emilio Tuñón, “la arquitectura sostenible presenta desafíos durante la construcción, pues los desechos de la construcción son difícilmente reciclables...”

También es muy importante la labor didáctica y convencer a los usuarios de la importancia de estar comprometidos con el medioambiente.

Según la RAE, la resiliencia es la capacidad de un material para recuperar su estado inicial tras haber sido perturbado por distintas adversidades (RAE-ASALE, 2020). En el ámbito de las edificaciones, esto se traduce en aquellas que son capaces de soportar y resistir los cambios tanto climáticos, que no se pueden controlar, como las perturbaciones ocasionadas por el ser humano.

Emilio Tuñón, en la entrevista que nos concedió, afirmaba que cuando hablamos de arquitectura sostenible de lo que estamos hablando es del respeto hacia el medioambiente durante el proceso de diseño, construcción y vida de los edificios, ciudades y asentamientos en el territorio. Además, añadía que hoy en día es imposible pensar en la práctica de la arquitectura como algo ajeno a la ecología y la sostenibilidad.

3.2 Beneficios de la edificación sostenible

3.2.1 Limpieza y distribución del agua

La edificación sostenible busca asegurar una gestión eficiente del agua, su distribución y reutilización, ayudando a la consecución del ODS 6 (Agua limpia y saneamiento). Considerando las distintas condiciones hidrográficas que existen entre los diferentes climas del mundo, es necesaria la cooperación internacional para garantizar un uso correcto de este recurso. Por ende, se requiere la creación internacional de organizaciones de expertos que ayuden al uso correcto de este recurso.

En la Universidad Estatal de Nuevo México se publica un artículo aportando recomendaciones para mejorar la calidad del sistema de aguas residuales, siendo estas:

la reutilización de las aguas grises (residuales y pluviales), la eliminación de patógenos, el consumo de energía en los sistemas hídricos, el uso de biofertilizantes en la recuperación de las aguas residuales y la reducción de emisiones contaminantes en la limpieza de las aguas (Delanka-Pedige, et al., 2020).

3.2.2 Energía limpia y accesible

Las infraestructuras resilientes y sostenibles buscan garantizar la llegada a la mayor cantidad de población posible de energías renovables, limpias, ecológicas y respetuosas al medio ambiente, por lo que las infraestructuras son fundamentales para conseguir esta meta. Este propósito contribuye al ODS 7 (Energía asequible y no contaminante).

Siguiendo el concepto de I+D+I (Investigación, desarrollo e innovación), se pueden proponer algunas ideas que contribuyan al ODS 7, como puede ser la renovación de las infraestructuras y mejora de las tecnologías energéticas a unas más limpias y menos contaminantes, reduciendo el uso de combustibles fósiles. Asimismo, se fomentaría que los países en vías de desarrollo apoyen la causa mediante el uso de energías renovables y la aplicación de un sistema energético híbrido (M. E. Pecci Oviedo, 2020).

3.2.3 Acceso financiero

Entre los propósitos que se tienen en cuenta, está el crecimiento económico a escala mundial, asegurando un empleo digno para todas las personas. De la misma manera, se busca acabar con la brecha salarial tanto entre diferentes comunidades como entre diferentes países con situaciones económicas distintas, apoyando así al ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico).

El desarrollo sostenible en el ámbito de las infraestructuras beneficia directamente a todos los objetivos propuestos, debido a que la edificación y aprovechamiento de estas infraestructuras promueve el empleo de trabajadores en distintos campos (Thacker, 2018).

Además, las infraestructuras de transporte y las redes de comunicación ayudan a mejorar el acceso a los puestos de trabajo con transporte público (Pérez, Ramos, 2018).

3.2.4 Mejora de las relaciones humanas

La Asamblea Nacional de las Naciones Unidas buscó en el ODS 11 crear ciudades sostenibles a la par que mejorar la convivencia humana inclusiva y segura. Esta convivencia está ligada a la causa del ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles).

Según el Consejo Mundial del Agua, para el año 2030 la población urbana representará un 70% de la población mundial (Repsol, s. f.). Siguiendo este dato, la gran mayoría de las infraestructuras requeridas para satisfacer las necesidades de esta población aún no están construidas. Dado el aumento de la densidad poblacional en el futuro, serán necesarias unas óptimas infraestructuras en las zonas urbanas que sean capaces de acoger a toda la población requerida. Algunos aspectos relevantes que tendrán considerable importancia serán las infraestructuras de transporte y de vivienda, así como aquellas asociadas a la sanidad y el saneamiento (García, Sierra, Rocha, 2020).

3.3 Proyectos de ciudades sostenibles

Las ciudades sostenibles son cada vez más comunes. Se están llevando a cabo varios proyectos entre los que destacan: “*The Line*”, en Arabia Saudí, y en España, “Sarriguren”.

3.3.1 *The Line*

“*The Line*” (Imagen 1) es un proyecto que será llevado a cabo en el desierto en Arabia Saudí con fecha límite 2030 cumpliendo con los ODS programados para esa fecha; tiene una disposición lineal y se construye la ciudad en forma vertical. Se plantea que tenga aproximadamente 170 km de largo y escasos 200 metros de ancho. Se caracteriza por la ausencia de carreteras, automóviles y emisiones. Del mismo modo, aspira a ser una ciudad 100% sostenible, con energías renovables y con escasas emisiones al restringir los vehículos que emitan CO₂; en su lugar se plantea establecer una red de transporte público que recorra la ciudad en menos de 20 minutos, aunque este es un desafío complicado. Cabe destacar que esta ciudad ha sido proyectada para que cada ciudadano tenga a su disposición todas las necesidades diarias a menos de 5 minutos.



Imagen 1: *The Line* (Acurero, 2023).

Esta metrópolis estará dotada de múltiples jardines y parques, así como de granjas que abastecerán de alimentos a los habitantes de esta ciudad.

Con todo, esta puntera ciudad, sin lugar a duda, marcará tendencia en cuanto al desarrollo sostenible de infraestructuras se refiere, aunque aún se deben pulir algunos aspectos y aclarar ciertas dudas que surgen en torno a su funcionalidad (Construcción sostenible, 2022).

3.3.2 Sarriguren

La ecociudad de Sarriguren (imagen 2) es un proyecto despuntante en el campo de la arquitectura resiliente y sostenible. Esto pone de manifiesto el compromiso de la región navarra con la sostenibilidad. Esta ciudad es una síntesis de zonas dedicadas a uso residencial, actividades económicas, bulevares, jardines y parques, así como zonas de ocio.



Imagen 2: Ecobarrio Sarriguren (Walliser, 2012).

Este proyecto (imagen 3) se concibe como un modelo que adopta los núcleos urbanos tradicionales de la comarca, mejorando el transporte público y facilitando el uso de bicicletas. Mezcla áreas comerciales con residenciales buscando la movilidad de las personas a pie y el comercio de proximidad. El Parque de Innovación de Sarriguren,

ubicado en la parte más septentrional de la ciudad ecológica, alberga empresas que se enfocan en la Energía y el Medio Ambiente (Vegara, Ontiveros, 2018).



Imagen 3: Plano de Sarriguren (Vegara, Ontiveros, 2013).

4. Diseño de un ecobarrio en Getafe

La sostenibilidad en el ámbito de las infraestructuras es un tema de actualidad en numerosos lugares en el mundo.

La preocupación por el medio ambiente está creciendo en la sociedad y esto fomenta las políticas y desarrollo de proyectos de ecobarrios o ciudades sostenibles, sobre todo en los países más desarrollados.

Esto se debe a los grandes beneficios que aportan este tipo de barrios, pues son amigables con el medio ambiente, a la vez que aportan una mejor calidad de vida.

La construcción de ecobarrios está condicionada por diversos factores que afectan al desarrollo del proyecto; entre los más importantes están la ubicación, entorno, climatología y presupuesto.

Todas estas características se han tenido en cuenta en el desarrollo del proyecto y maqueta de nuestro ecobarrio (imagen 4).



Imagen 4: Foto global de la maqueta (maqueta de elaboración propia).

4.1 Optimización en el consumo

Para disminuir el consumo de agua es importante trabajar en diferentes aspectos:

- Mejora de la distribución del agua potable a las viviendas y control sobre las pérdidas de agua en la distribución.

- Recogida de aguas pluviales, fecales y grises de forma separativa para su reutilización.

Esto supone actuar tanto en las edificaciones como en las infraestructuras del barrio.

El correcto tratamiento y utilización del agua es imprescindible especialmente en las zonas más áridas, beneficiando a largo plazo al medioambiente y reduciendo los gastos derivados de la potabilización del agua para el riego de jardines, agricultura, etc..., lo que permite la amortización de los costes derivados de la mejora de las infraestructuras a largo plazo.

En el ecobarrio que hemos diseñado seguimos los siguientes criterios:

Se integra un estanque de tormentas en un parque que ofrece a los ciudadanos una zona donde practicar deporte, disfrutar de la naturaleza y relajarse y a su vez permite el riego de estas zonas verdes con el agua acumulada (imágenes 5 y 6).



Imagen 5: Estanque de tormentas (maqueta de elaboración propia).

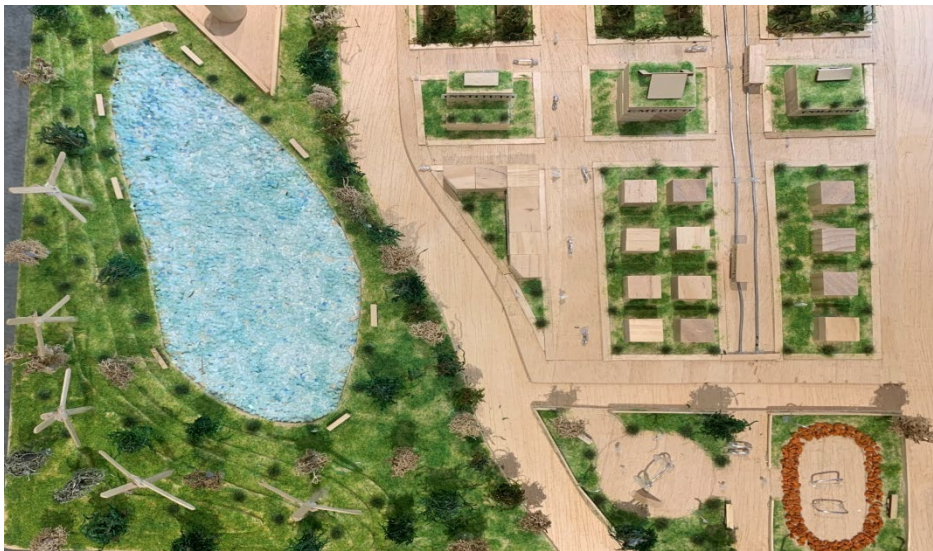


Imagen 6: Parque extenso (maqueta de elaboración propia).

En los edificios se recogen las aguas pluviales de forma separativa y se conducen a las infraestructuras públicas y al estanque de tormentas, donde se almacena para su reutilización o vertido paulatino a los ríos en función de la pluviometría del momento.

Las aguas grises, procedentes de lavabos y duchas, se depuran en el propio edificio para su uso en los inodoros, pasando a verterse tras una doble utilización en el sistema de aguas fecales.

Las aguas fecales se recogen y depuran antes de su vertido a los ríos para evitar su contaminación. Estas aguas se reutilizan para el riego de jardines y parques, disminuyéndose el consumo de agua potable, que se reserva para el consumo humano.

4.2. Ahorro de energía

El uso de la energía en los hogares depende no solo de la cantidad de personas a las que se tiene que abastecer, sino también de la época del año, climatología, duración de las horas de sol y diseño de los edificios e infraestructuras de abastecimiento de energía a los hogares.

Nuestro ecobarrio está situado en el centro de la península ibérica, concretamente en Getafe, con un clima continental, con inviernos fríos y veranos cálidos, por esta razón, nuestro ecobarrio se ha diseñado con un sistema de geotermia, biomasa y aerotermia que abastecen a una central térmica que distribuye el agua caliente o fría a los hogares en función de la época del año. Dichos sistemas están apoyados por la energía solar fotovoltaica y eólica instalada en las zonas próximas al barrio (imagen 7), ya que, según Emilio Tuñón, la arquitectura sostenible es siempre respetuosa con el entorno local.

Las soluciones constructivas pasivas están directamente ligadas a las formas de construir locales. Casi siempre la arquitectura vernácula supone construcciones muy optimizadas termodinámicamente a lo largo del tiempo.



Imagen 7: Parque fotovoltaico, central térmica y depuradora (maqueta de elaboración)

Los edificios se han diseñado con sistemas de autoconsumo de energía eléctrica mediante placas fotovoltaicas instaladas en las cubiertas; se ha primado la construcción de edificios pasivos con consumo 0.

El diseño de los edificios en nuestro ecobarrio se ha realizado con grandes huecos orientados al sur, que favorecen la entrada de luz y sol en invierno, y se han colocado aleros y lamas verticales que protegen de la radiación solar excesiva durante los meses más calurosos, siendo una correcta protección solar y orientación de los huecos una de las herramientas pasivas más eficientes, ya que favorece que las viviendas estén iluminadas, se aproveche la radiación solar en invierno y la sombra en verano (imagen 8).



Imagen 8: Lamas y placas solares (maqueta de elaboración)

Además, hemos dotado a los edificios de jardines verticales regados con aguas recicladas del propio edificio, que protegen las fachadas más expuestas, este y oeste, de la radiación solar.



Imagen 9: Jardines verticales (maqueta de elaboración propia).

4.3 Estructura urbana

En el ecobarrio que hemos diseñado pretendemos disminuir las distancias de las viviendas a los servicios, tales como las escuelas, zonas comerciales, ambulatorios, parques y favorecer los desplazamientos a pie y de vehículos no motorizados. Para el transporte público hemos optado por el tranvía que se alimenta de la central fotovoltaica y eólica del barrio, tal y como mostramos en nuestra maqueta (imagen 10).



Imagen 10: Instituto, centro médico y colegio (maqueta de elaboración propia).

Por esto, hemos diseñado una zona de edificios en altura, que permite aumentar la densidad de población, que se mezcla con zonas de edificaciones con menor altura, haciendo que la ciudad se escalone hacia el sur y mejorando el soleamiento de los edificios (imagen 11).



Imagen 11: Escalonamiento de la ciudad (maqueta de elaboración propia).

El diseño del ecobarrio con comercio de cercanía y la proximidad de las viviendas a los servicios beneficia la convivencia entre los residentes y el acercamiento y la inclusión entre ellos.

4.4 Empleo de materiales sostenibles y locales

En la construcción del ecobarrio hemos priorizado el objetivo de llevar a cabo una edificación sostenible y resiliente. Como afirma Emilio Tuñón en la entrevista que nos ha concedido, “en el mundo de la construcción en lo que más se ha avanzado en los últimos años es en los materiales de aislamiento y de acabados”; no obstante, Tuñón prima el uso de materiales locales, pues es preferible el uso de materiales autóctonos que usar materiales cuya proveniencia es desconocida. Esto es lo que hemos hecho nosotros, usar los materiales de zonas aledañas a Getafe que se adapten mejor a las condiciones climatológicas de la zona. Además, de esta forma se minimiza la contaminación producida durante el transporte y la huella de carbono.

Se han usado materiales naturales, reutilizados, recuperados y reciclados, evitando los que dañan los ecosistemas mediante el uso de recursos, sin tener en cuenta la contaminación del proceso de fabricación y transporte (Ramírez, 2002).

Por ende, en nuestro ecobarrio nos hemos decantado por el uso de materiales sostenibles como la madera, la piedra natural y materiales sintéticos fabricados a base de recursos reciclados. Para la fabricación del hormigón, imprescindible en la construcción de infraestructuras y edificios, nos hemos decantado por productores de cercanía con sistemas de fabricación sostenibles.

4.5 Financiación óptima

La Ley 2/2004, de mejora de barrios, establece la prioridad de financiar proyectos de zonas antiguas y donde se requiera la construcción de viviendas de manera más urgente (Puello Pertuz, 2020).

Debido a los numerosos casos de ecobarrios que acabaron en fracaso por problemas financieros, hemos decidido que nuestro ecobarrio no sea extremadamente extenso, pero sea eficiente, tratando de alcanzar un consumo 0, de forma que el sobre coste derivado de la mejora de infraestructuras pueda verse amortizado por la reducción del consumo de energía en un plazo de 15 años, siendo esto un incentivo que mejora la venta de viviendas y la calidad de vida a largo plazo, ya que se reducen los gastos y se acelera la amortización de la inversión.

El barrio que planteamos construir está en Getafe, Madrid, y se encontraría situado en una zona que se recalificará próximamente (imagen 12). Ahora mismo hay viviendas en esa zona y se encuentra muy cerca de depósitos de agua y parques, lejos de grandes carreteras.

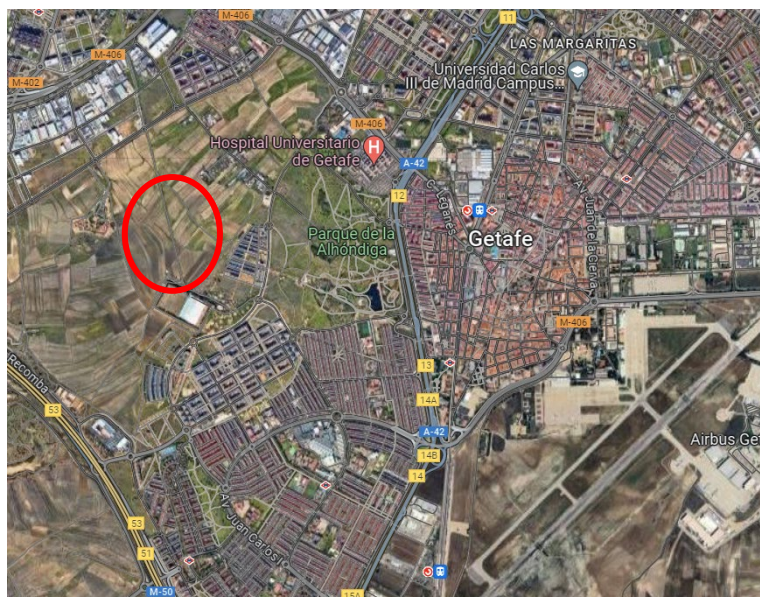


Imagen 12: Foto satelital de Getafe, Madrid (Google Maps, 2024).

5. Análisis y discusión de resultados

A lo largo de estos dos años de investigación sobre arquitectura sostenible y resiliente y coloquios con arquitectos, entre los que destaca el premio nacional de arquitectura 2022, D. Emilio Tuñón, y tras el análisis de los datos, hemos extraído algunas conclusiones y adquirido conocimientos sobre los criterios a tener en cuenta en el desarrollo de ciudades sostenibles y los sistemas constructivos que mejoran la eficiencia energética de los edificios.

Se ha podido comprobar que cada día son más las naciones que apuestan por la sostenibilidad y que van incrementando el número de proyectos sostenibles, si bien no todos salen adelante.

Para disminuir las emisiones de CO₂ lo más efectivo es mejorar el aislamiento de los edificios y de esta forma conseguimos reducir el consumo de energía. Además, se dota a los edificios de lamas de protección solar, se plantan jardines con plantas autóctonas en los edificios para regular la temperatura en verano...

Además de esto, es imprescindible diseñar las ciudades e infraestructuras que minimicen el consumo de agua, pues es un bien muy escaso en muchas partes del mundo y concretamente en España donde históricamente atravesamos largos periodos de sequía.

Se ha conseguido todo lo planteado, tanto aumentar el conocimiento sobre desarrollo sostenible y resiliente como la creación de nuestro ecobarrio, con resultados satisfactorios.

6. Conclusión

Con toda la información recopilada en este trabajo hemos realizado un análisis sobre los aspectos tratados de sostenibilidad y resiliencia y hemos llegado a las siguientes conclusiones. Por una parte, hemos deducido que la responsabilidad medioambiental debe tenerse en cuenta en todos los ámbitos en el desarrollo de infraestructuras resilientes y sostenibles. Por ello, fomentar su desarrollo contribuye a un mejor trato de los recursos naturales y los ecosistemas. A su vez, podemos resaltar las mejoras sociales que aporta la optimización del desarrollo de infraestructuras, permitiéndonos vivir en sociedad equilibrada. No solo eso, la situación financiera y económica de las personas se ve beneficiada por el uso de estas infraestructuras. Por lo tanto, con la información disponible, podemos concluir que la sostenibilidad y resiliencia en el área de las infraestructuras y edificación de ciudades o barrios tiene una gran importancia en la mejora de la calidad de vida.

7. Referencias bibliográficas

Acurero G. (2023) [Imagen 1]. Recuperado de <https://bit.ly/3OUXWsf>

Castro de Doens, L. (2016). Financiamiento verde para el desarrollo sostenible. *Economía y desarrollo*, 156(1), 155-167.

CEPAL, N. (2019). ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles [video].

Construcción Sostenible (2024, 8 de febrero). The Line, una ciudad futurista sostenible e inteligente de 170 km que se construirá en Arabia Saudí. *CONSTRUIBLE*. <https://bit.ly/3wyHqrJ>

Delanka-Pedige, H. M. K., Munasinghe-Arachchige, S. P., Abeysiriwardana-Arachchige, I. S. A., & Nirmalakhandan, N. (2021). Wastewater infrastructure for sustainable cities: assessment based on UN sustainable development goals (SDGs). *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 28(3), 203-209.

Elcacho J. (2024, 8 de febrero). Proponen que el megaproyecto The Line sea una ciudad en círculo para hacerlo más eficiente, de <https://bit.ly/49xvMvM>

Forética (2024, 8 de febrero). Ciudades Sostenibles 2030—Forética, de <https://foretica.org/proyectos-esg/ambiental/ciudades-sostenibles-2030/>

García, E. A., Sierra, A. L., & Salamanca, L. A. R. (2021). Red de infraestructura verde para Bogotá como apoyo al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. *UD y la geomática*, (16).

Iberdrola (2024, 8 de febrero). Acuerdos Internacionales sobre el Cambio Climático—Iberdrola, de <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/acuerdos-internacionales-sobre-el-cambio-climatico>

Inarquia (2024, 8 de febrero). Desarrollo Sostenible: Definición, Objetivos y Ejemplos | Inarquia, de <https://inarquia.es/desarrollo-sostenible-defincion-ejemplos/>

Observatorio de la Deuda en la Globalización (2024, 8 de febrero). La infraestructura sostenible como un bien público a recuperar. ODG, de <https://odg.cat/es/publicacion/infraestructura-sostenible-bien-publico-a-recuperar/>

OXFAM Intermón (2024, 8 de febrero) ¿Cuáles son las características de una ciudad sostenible? | Ingredientes que Suman. Fundación OXFAM Intermón, de <https://blog.oxfamintermon.org/cuales-son-las-caracteristicas-de-una-ciudad-sostenible/>

Pecci-Oviedo, M. E. (2020). Buenas prácticas hacia el cumplimiento del ODS 7 “Energía Asequible y No Contaminante”. *Revista Científica de la UCSA*, 7(3), 72-75.

Puello Pertuz, E. E. (2020). Proyecto expansión urbana-ecobarrios como un modelo de crecimiento de la ciudad.

Ramírez, A. (2002). La construcción sostenible. *Física y sociedad*, 13, 30-33.

Ramos Suárez, E., & Pérez, G. (2018). Desarrollo y conflictos asociados a la construcción de infraestructura.

Real Academia Española (2024, 8 de febrero). Resiliencia | Definición | Diccionario de la lengua española. *RAE – ASALE*. <https://dle.rae.es/resiliencia>

Repsol (2024, 8 de febrero). Las 10 ciudades más sostenibles del mundo. Repsol, de <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/ciudades-sostenibles/index.cshhtml>

Röbbel, N. (2020). Los espacios verdes: un recurso indispensable para lograr una salud sostenible en las zonas urbanas. Portal de Naciones Unidas, Crónicas ONU. <https://bit.ly/3uG1IPH>

Thacker, S. (2018). *Infrastructure: Underpinning sustainable development*. UNOPS.

Vegara A. & Ontiveros E. (2024, 8 de febrero). La ecociudad de Sarriguren. *Urban-e*. http://urban-e.aq.upm.es/articulos/ver/la-ecociudad-de-sarriguren_1/completo

Vegara A. & Ontiveros E. (2013) [Imagen 3]. Recuperado de <https://www.fayerwayer.com/internet/2023/03/08/the-line-revelan-nuevas-imagenes-de-la-ciudad-del-futuro-y-construccion-mas-grande-del-mundo/>

Walliser A. (2012) [Imagen 2]. Recuperado de <https://ecosistemaurbano.org/tag/sarriguren/>

8. Anexo

Entrevista a Emilio Tuñón, Premio Nacional de Arquitectura 2022.

Interlocutor 1: Ignacio Ramos (IR)

Interlocutor 2: Emilio Tuñón (ET)

-(IR): Buenos días, Emilio, y muchas gracias por atenderme junto con su equipo del estudio Tuñón y Albornoz y permitir que realice esta entrevista que para mí es muy importante.

Estoy desarrollando un proyecto para el programa EXCELLENCE de la Universidad de Navarra y en el proyecto final tengo que abordar uno de los objetivos de desarrollo sostenible para el 2030 y he elegido el objetivo de desarrollo sostenible de infraestructuras, y centro el proyecto en el desarrollo de un barrio sostenible.

Recientemente ha recibido el Premio Nacional de Arquitectura 2022, he leído que *el jurado destacó 'la coherencia de su obra arquitectónica que recoge de manera natural sus inquietudes teóricas, su dominio sobre las técnicas constructivas y su vocación de servicio a la sociedad'*.

¿Cómo definiría la arquitectura sostenible y cuál es su visión personal sobre su importancia en la actualidad?

-(ET): Toda la labor del arquitecto debe ser ejercida como un servicio a la sociedad. Dentro de ese servicio a la sociedad, el respeto debe ser la actitud prioritaria frente a las personas, la sociedad, la ciudad, el territorio y la naturaleza.

Cuando hablamos de arquitectura sostenible de lo que estamos hablando es del respeto hacia el medioambiente durante el proceso de diseño, construcción y vida de los edificios, ciudades y asentamientos en el territorio.

Hoy en día es imposible pensar en la práctica de la arquitectura como algo ajeno a la ecología y la sostenibilidad.

-(IR): ¿Cómo ha evolucionado su enfoque hacia la sostenibilidad a lo largo de su carrera?

-(ET) La primera vez que se pensó la posibilidad de hacer una “edificio verde” (Green Building) en España fue en 1994, cuando ganamos el concurso para la remodelación de la antigua fábrica de cerveza El Águila, en Madrid, para centro cultural de la Comunidad de Madrid.

Green Building era un nuevo programa de arquitectura ecológica que se inició en el Reino Unido en el año 1990. Nuestra oficina, a través de la consultoría británica OVE ARUP & Partners, decidió introducir este estándar en un proyecto de rehabilitación de la antigua fábrica.

Desde entonces hasta ahora hemos tratado de incluir la sostenibilidad y el respeto por el medio ambiente en toda la arquitectura que hemos construido.

Proyectos Sostenibles:

-(IR): He visto en el libro “El Croquis”, publicado en 2023, los proyectos desarrollados en los últimos diez años; me ha llamado especialmente la atención el edificio de Colecciones Reales por sus dimensiones y su volumen y cómo resuelve las rampas interiores que dan acceso a las distintas plantas, con grandes huecos con

carpinterías de madera que permiten ver la ciudad mientras paseas y disfrutas del museo. También el museo de Arte contemporáneo Helga de Alvear, o su última vivienda en el monte Abantos, en el Escorial, y me ha llamado la atención en su obra la sobriedad de los edificios y cómo utiliza el volumen en el diseño de las fachadas, creando huecos profundos, que permiten la entrada de la luz otorgando cierta protección solar; también como utiliza materiales naturales, piedra, granito, madera, combinados de una forma elegante.

¿Puede compartir en qué proyecto considera que ha integrado los principios de arquitectura sostenible de una manera más destacada?

-(ET): Yo creo que en todos los proyectos hemos planteado estrategias de respeto al medioambiente, pero quizás sea en el Centro documental de la Comunidad de Madrid en la antigua fábrica de El Águila donde lo hiciéramos con mayor claridad y de una forma más didáctica.

Allí ensayamos un sistema energético pasivo con la construcción de un lago de aire, recubrimos todos los edificios con un edredón térmico e incorporamos todos los sistemas existentes de recuperación energética. También aplicamos literalmente la regla de las tres erres: reutilizar, reducir y reciclar. Reutilizamos las estructuras existentes de la antigua fábrica, reducimos los consumos energéticos y los desechos, reutilizamos la mayoría de los materiales de desmontaje y demolición.

-(IR) ¿Cuáles son los mayores desafíos a los que se enfrenta al diseñar y construir edificios sostenibles?

-(ET) En general los mayores desafíos se producen durante la construcción, pues los desechos de la construcción son difícilmente reciclables...

También es muy importante la labor didáctica de convencer a los usuarios de la necesidad de reducir las expectativas térmicas de los edificios, pues no hace falta tanta calefacción en invierno ni tanto aire acondicionado en verano...

Innovación y Tecnología:

-(IR) ¿Cómo incorpora la innovación y la tecnología en sus diseños para mejorar la eficiencia energética y la sostenibilidad?

-(ET): Lo primero es aislar muy bien los edificios, evitar cualquier tipo de puente térmico y dotarles de una alta inercia térmica, lo que se consigue con fachadas y cubiertas muy aisladas y de cierto grosor.

Todos los sistemas pasivos son bienvenidos: muros trombe, fachadas ventiladas, ventilación cruzada, etc.

Todos los sistemas activos son necesarios: cubiertas fotovoltaicas, sistemas de producción de calor y frío por geotermia, hidrotermia y aerotermia, así como los sistemas de recuperación energética.

-(IR): ¿Qué avances tecnológicos ve como especialmente prometedores para el futuro de la arquitectura sostenible?

-(ET): Lo más importante es la educación y la participación de los usuarios, para reducir consumos y desechos, así como la optimización en el uso de los sistemas pasivos y activos.

Desde el punto de vista tecnológico se está trabajando mucho en los sistemas de producción y recuperación, así como en la motorización de los sistemas, pasivos y activos, pero yo creo que el futuro pasa por la reducción de demandas...

Contexto Local y Global:

-(IR): ¿Cómo considera el contexto local en sus diseños sostenibles? ¿Hay aspectos específicos de la arquitectura sostenible que varían según la región o el entorno?

-(ET): La arquitectura sostenible es siempre respetuosa con el entorno local. No es lo mismo una arquitectura sostenible en Islandia que en España o el norte de África.

Las soluciones constructivas pasivas están directamente ligadas a las formas de construir locales. Casi siempre la arquitectura vernácula supone construcciones muy optimizadas termodinámicamente a lo largo del tiempo.

La construcción tradicional de cada lugar suele ser la que funciona mejor en términos de energía y calidad ambiental.

-(IR): ¿Cómo ve el papel de la arquitectura sostenible en la mitigación de los desafíos globales, como el cambio climático?

-(ET): Hay que recordar que las ciudades consumen más o menos el 70% de la energía mundial.

Cualquier mejora en el aislamiento de los edificios y el consumo energético, aplicado de forma global, supondría un ahorro energético inmenso que conllevaría una bajada en la producción de CO₂.

Colaboración Interdisciplinaria

-(IR): ¿Cuál es su enfoque en la colaboración con otros profesionales, como ingenieros, urbanistas y ecologistas, para lograr una arquitectura más sostenible?

-(ET): El futuro de la arquitectura y la construcción pasa por la optimización de las ciudades y los edificios, algo que sólo se puede lograr por medio de la colaboración entre disciplinas del urbanismo, la arquitectura, la ingeniería y la ecología.

¡El mundo del presente y del futuro es multidisciplinar!

-(IR): ¿Cómo aborda la comunicación y colaboración con los clientes para asegurar que la sostenibilidad esté integrada en sus objetivos y expectativas?

-(ET): En general, los arquitectos que trabajamos en la sostenibilidad tenemos que ejercer mucha pedagogía con los clientes y usuarios.

Nosotros siempre tratamos de incorporar a los usuarios en los procesos de pensamiento, producción, construcción y uso de la arquitectura.

Los problemas del medioambiente no son problemas sectoriales, pues aplican a la totalidad de la sociedad y a cada uno de sus miembros.

Materiales Sostenibles:

-(IR): ¿Cómo selecciona y evalúa los materiales en sus proyectos para garantizar su sostenibilidad?

-(ET): En general, estamos interesados en un tipo de arquitectura que, siendo fiel a su contemporaneidad, hunde sus raíces en las tradiciones materiales locales.

Siempre tratamos de utilizar materiales locales, de cercanía, haciendo predominar la inercia térmica, y por tanto la masa, frente a la ligereza y la transparencia incontrolada.

-(IR): ¿Ha experimentado con materiales innovadores o reciclados en sus diseños?

-(ET): En el mundo de la construcción en lo que más se ha avanzado en los últimos años es en los materiales de aislamiento y de acabados. Sin embargo, en general, nosotros preferimos utilizar materiales naturales locales que utilizar nuevos materiales tecnológicos, cuyos procesos de producción desconocemos...

Educación y Concienciación:

-(IR): Además de su trayectoria profesional como arquitecto, imparte clases en la escuela superior de Arquitectura de Madrid.

¿Cómo ve el papel de la educación y la concienciación pública en la promoción de la arquitectura sostenible?

-(ET): La concienciación en el respeto por el medioambiente es fundamental. Debería existir una asignatura en el bachillerato que fomentara el uso responsable del territorio, de las ciudades, de los edificios.

-(IR): ¿Hay algún proyecto o iniciativa que haya emprendido para fomentar la comprensión y adopción de prácticas sostenibles en la arquitectura?

(ET): Sin duda. He de decir que las preocupaciones por el respeto al medioambiente están en los planteamientos conceptuales de los trabajos e investigaciones desarrollados en mi labor docente en la Universidad Politécnica de Madrid, así como en las diversas universidades fuera de España en las que he podido impartir docencia de forma temporal.

Éxito y Desafíos Personales:

-(IR): ¿Cuáles considera que han sido sus mayores éxitos en la implementación de prácticas sostenibles en sus proyectos?

-(ET): Sin duda, en relación con las prácticas sostenibles, nuestro mayor éxito fue poner sobre el tablero de juego de la arquitectura española, la posibilidad de pensar la arquitectura en términos de sostenibilidad.

-(IR): ¿Ha enfrentado desafíos significativos en la promoción de la arquitectura sostenible, y cómo los ha abordado?

-(ET): Bueno, como ya dije anteriormente, todos los proyectos que hemos abordado siempre se plantean en términos de optimización energética, uso de sistemas pasivos y activos, utilización de materiales limpios y reducción de consumos y tratamiento de residuos.

Sin embargo, también la sostenibilidad debe aplicar a la calidad espacial de la arquitectura al confort, el disfrute espacial de los usuarios, así como a la relación natural con los entornos concretos donde se instalan los edificios... y sin duda, aquí es donde en nuestra oficina nos hemos enfrentado a grandes desafíos, como la recientemente abierta galería de las Colecciones Reales o los diversos edificios rehabilitados, o construidos de nueva planta, en la ciudad histórica de Cáceres.

Madrid 15 de enero de 2024