

## Bibliografía

Buchanan, C. D. *Traffic in Towns*. Report of the Department of Transport, UK, 1963. Reprint, 1964.

Cheshire, David. *The Handbook to Building a Circular Economy*. London: RIBA Publishing, 2021.

Clausius, R. *Über die Energievorräte der Natur und ihre Verwertung zum Nutzen der Menschheit*. Bonn: Verlag von Max Cohen & Sohn, 1885.

Craig, J., Vaughan, D., y Skinner, B. *Recursos de la Tierra y el medio ambiente*. Madrid: Pearson Educación, 2012.

Georgescu-Roegen, Nicholas. *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1971.

Fernández Galiano, L. *El fuego y la memoria, sobre arquitectura y energía*. Madrid: Alianza Forma, 1991.

Fernández-Galiano, Luis, ed. *AV Proyectos. Escasez material*. No. 122, 2024.

Gómez Muñoz, Gloria. *Método de análisis diacrónico para la intervención en el alojamiento con criterios ecológicos. El caso de Madrid 1940–2100*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, 2014.

Jiménez Romera, C. *Tamaño y densidad urbana: análisis de la ocupación de suelo por las áreas urbanas españolas*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, 2015.

Kallipoliti, Lydia. *Histories of Ecological Design. An Unfinished Cyclopedía*. Barcelona: Actar Publishers, 2024.

Lallana, Martín, Torrubio, Jorge, y Valero, Alicia. *Materiales para la transición energética y digital en España: demanda, reciclaje y medidas de suficiencia*. Zaragoza: CIRCE, Amigos de la Tierra, 2023.

Le Corbusier. *Précisions sur un état présent de l'architecture et de l'urbanisme*. Paris: Vincent Fréal, 1930.

Márquez F., Levene, R., eds. "IBAVI. 2019–2023 Una investigación colectiva". *El Croquis* No. 219, 2023.

Moreno-Navarro, José Luis González. *El legado oculto de Vitruvio: saber constructivo y teoría arquitectónica*. Madrid: Alianza Editorial, 1993.

Naredo, José Manuel. "Anatomía y fisiología de la conurbación madrileña: gigantismo e ineficiencia crecientes." *Biblioteca Ciudades para un Futuro más Sostenible (CF+S)*, Boletín nº 29/30: Notas para entender el mercado inmobiliario, 2002.

Naredo, José Manuel. *La economía en evolución*. Madrid: Siglo Veintiuno, 1987.

Naredo, José Manuel, y Antonio Valero, dirs. *Desarrollo económico y deterioro ecológico*. Madrid: Fundación Argentaria / Visor Distribuciones, 1999.

Naredo, J. M., y Frías, J. "El metabolismo económico de la conurbación madrileña." *Revista Economía Industrial* 351, 2003.

Natura Futura y Bamba, Juan Carlos. *Hábitats flotantes. Una mirada a la arquitectura del agua en Ecuador*. Madrid: Trama Ediciones, 2023.

Odum, Eugene P. "The Strategy of Ecosystem Development." *Science* 126, 1969.

Pareto, Vilfredo. "Il massimo di utilità dato dalla libera concorrenza." *Giornale degli Economisti* 9, no. 1894.

Perrault, Claude. *Les dix livres d'architecture de Vitruve corrigez et traduits nouvellement en François, avec des notes et des figures*. Paris: Jean Baptiste Coignard, 1673.

Prieto, Eduardo. *Historia medioambiental de la arquitectura*. Madrid: Ediciones Cátedra, 2019.

Ruskin, John. *Unto This Last*. Boston: George Allen, 1877.

Sauer, Cassio. *Arquitetura x escasez*. Brasilia: Editora Concordia Brasil, 2022.

Soddy, Frederick. *Cartesian Economics: The Bearing of Physical Science upon State Stewardship*. London: Hendersons, 1921.

Thompson, D'Arcy. *Sobre el crecimiento y la forma*. Madrid: H. Blume Ediciones, 1981. Primera edición: On Growth and Form, Edimburgo, 1917.

Valero, A., Valero, A., y Calvo, G. Thanatia. *Límites materiales de la transición energética*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza, 2021.

Van Rijs, W., J. Maas, and N. de Vries, eds. *MVRDV Costa Ibérica: Upbeat to the Leisure City*. Barcelona: Actar, 2005.

Varoufakis, Yanis. *Technofeudalism: What Killed Capitalism*. London: Bodley Head, 2023; New York: Melville House, 2024.

Vázquez Espí, Mariano. "Los límites de la técnica." *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales* 29, no. 111, 1997.

Vázquez Espí, Mariano. "La ciudad acaparadora II." En *De Sur a Norte. Ciudades y medio ambiente en América Latina, España y Portugal*, eds. Marta Román y Begoña Pernas, 2002. Madrid: Caja Madrid, Obra Social. ISBN 84-95471-55-8.

Verdaguer, C. "Paisaje antes de la batalla. Apuntes para un necesario debate sobre el paradigma ecológico en arquitectura y urbanismo." *Revista Urban*, núm. 3 (1999).

Microintervenir para construir la ciudad posthumana. Hacia un metabolismo verde, multiespecie, resiliente, autosuficiente, no especializado y colaborativo

Microintervening to cohabit the posthuman city. Towards a green, multispecies, resilient, self-sustaining, non-specialised and collaborative metabolism

Nekane Azpiazu Lejardi e Iñigo García Odiaga

## Resumen

Transformar el modelo de ciudad es la única elección posible para remediar las actuales urgencias, ya que no podemos permitirnos la construcción de nuevos centros urbanos que desatiendan los desafíos presentes, y que prosigan con el consumo de cantidades ilimitadas de recursos contra otros seres, cuerpos y paisajes. La adaptación es primordial, y para ello la ciudad tiene que asumir una serie de cambios para que los sistemas circulares se integren en la edificación y en el espacio público, y estos pasen a producir agua, energía, y alimentos. Transformar los centros urbanos para crear espacios donde coevolucionar es el reto que se debe afrontar. Centros capaces de acoger una nueva naturaleza que implique ir más allá de lo estético con el propósito de cultivar nuevas alternativas ecológicas desde una visión postnatural. Es necesario que la ciudad evolucione hacia superficies permeables y estructuras porosas que impulsen nuevas formas de vida, mediante la implementación de microintervenciones diseñadas para fortalecer la justicia multiespecie, y crear mecanismos que permitan el metabolismo circular de la urbe. El repetitivo establecimiento sobre preexistencias de diversos microproyectos diseñados desde una posición posthumana y postnatural, tiene la aptitud de reparar el espacio urbano y convertirlo en un organismo modular no especializado; de forma que se garantice un funcionamiento ininterrumpido, y sincronizado entre los procesos interespecie de la nueva ecología. El nuevo modelo de ciudad se organiza como un árbol que se nutre de acciones de pequeña escala para progresar, adaptarse y transformarse, estructurada en una filogénesis que establece una relación entre distintas microactuaciones arquitectónicas no especializadas.

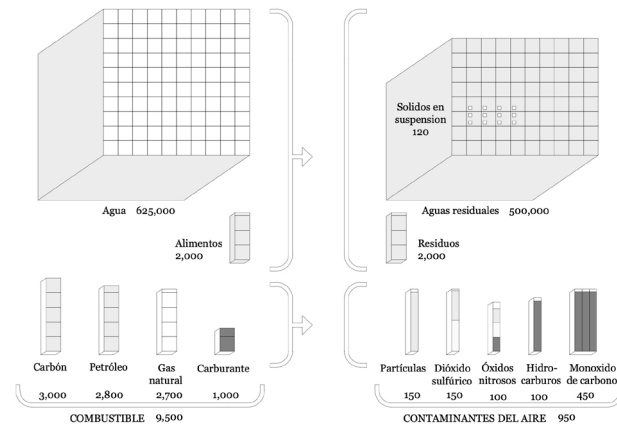
## Palabras clave:

*Metabolismo urbano, coexistencia multiespecie, ecología urbana, diseño postnatural, filogénesis.*

Nekane Azpiazu Lejardi  
UPV/EHU, Departamento de Arquitectura, ETS  
Arquitectura, Donostia-San Sebastián  
nazpiazu006@ikasle.ehu.eus

Iñigo García Odiaga  
UPV/EHU, Departamento de Arquitectura, ETS  
Arquitectura, Donostia-San Sebastián  
i.garcia@ehu.eus

**FIG 01.** Gráfico de Abel Wolman, donde se observa la comparación entre los recursos entrantes y residuos salientes de una ciudad hipotética de Estados Unidos / Abel Wolman's graphic showing the comparison between incoming resources and outgoing waste in a hypothetical city in the United States [Fuente: Elaboración propia / Source: Created by the authors]



## ESP Introducción

El triángulo del Antropoceno<sup>1</sup> formado por el capitalismo, la industria y la tecnología ha generado efectos significativos, evidenciados en la explotación y agotamiento de recursos minerales, en la salud del medio ambiente, así como en la acumulación de residuos. El gran número de operaciones realizadas en el territorio debido a los avances de la modernidad, evidencian la condición híbrida del paisaje que, entre natural y artificio, demanda un nuevo planteamiento desde el que cohabitar<sup>2</sup>. Pensar en el futuro implica comenzar cambiando el presente y la manera de relacionarnos con otros seres. Es fundamental un cambio de dirección que descentralice todo lo que conlleva la actividad humana para incitar un cambio relevante en la ecología, y comenzar una nueva era posthumana<sup>3</sup> que posibilite "otras maneras de regenerar el mundo, reimaginar, revivir y reconectar recíprocamente en un bienestar multiespecies"<sup>4</sup>. Apartar al ser humano del centro de todo diseño e incluir los más que humanos es la base para transformar ciudades capaces de remediar la crisis ambiental. Eso conlleva pensar en nuevas ecologías y reflexionar sobre la relación que el ser humano ha mantenido con la naturaleza, dismantelar su pensamiento cultural idealizado para crear hábitats que difuminen los límites entre natural y artificial, para que un nuevo pensamiento postnatural<sup>5</sup> pueda cultivar nuevas alternativas ecológicas en el entorno construido.

### El metabolismo urbano

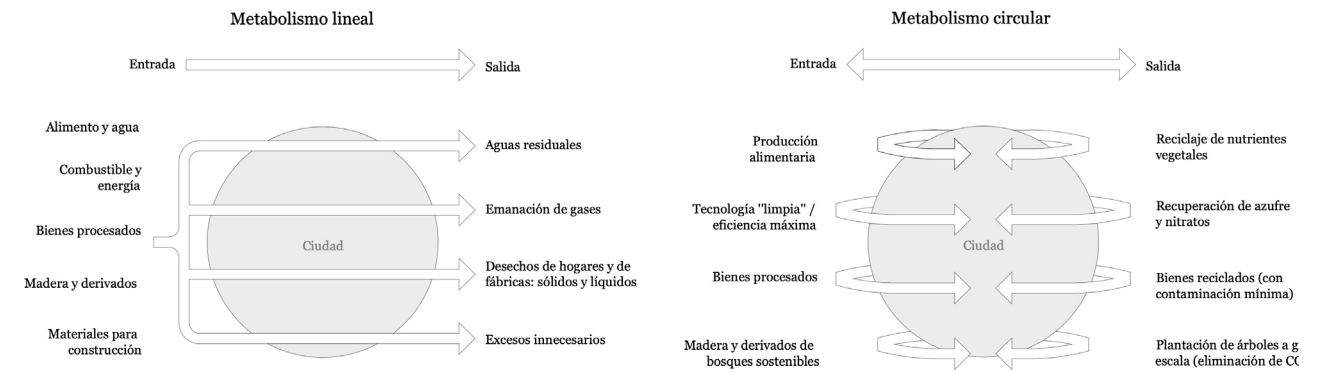
Frente a las crecientes crisis planetarias, resulta fundamental reconsiderar el funcionamiento del metabolismo urbano actual, concepto esencial para entender cómo las ciudades funcionan en términos de flujos de energía, materiales y desechos, y cómo estos procesos impactan en seres vivos, animales, plantas y paisajes. La ciudad no ha cambiado su forma de funcionar pese a que en 1885 Patrick Geddes advertía sobre su ineficiencia y desequilibrio. Mediante el análisis de los flujos de energía y materiales que entran y salen de las áreas urbanas obtuvo un registro de los recursos necesarios para su rendimiento que alertaba de la significativa

desproporción entre el producto final y los materiales necesarios para su producción. Estas mediciones ponían de manifiesto que el funcionamiento urbano provocaba un impacto insostenible sobre el medio ambiente a largo plazo, debido a los desechos sólidos, las aguas residuales y la contaminación atmosférica que se originaba<sup>6</sup>.

Si bien Geddes trataba los temas relacionados con la dinámica de la ciudad moderna, no fue hasta 1965 que el término metabolismo urbano se popularizó debido al artículo de Abel Wolman "The Metabolism of Cities"<sup>7</sup>, donde exponía su visión de la ciudad como una máquina transformadora de recursos en residuos [Fig.01]. De esta manera, su trabajo contribuyó a evidenciar las limitaciones e ineficiencias del modelo metabólico de la urbe contemporánea y abrió el camino para nuevas contribuciones teóricas como la que realizó Herbert Girardet realizando una distinción entre el metabolismo circular y el metabolismo lineal<sup>8</sup> [Fig.02]. El primero define el funcionamiento del mundo natural, en el cual los residuos de un organismo se convierten en recursos para otros, a diferencia del segundo que se aplica a la ciudad, donde la materia prima introducida se convierte en desperdicio.

En consonancia con estos planteamientos, Stefano Mancuso en su libro *Fitópolis: La Ciudad Viva*<sup>9</sup> establece una comparación entre los procesos propios de las plantas y los animales, que puede considerarse una evolución de los conceptos propuestos por Girardet desde un nuevo punto de vista más biológico. El metabolismo circular se entiende a través del funcionamiento de las plantas, organismos autótrofos capaces de producir las sustancias orgánicas necesarias para desarrollar su actividad, utilizando exclusivamente compuestos inorgánicos y sin necesitar más energía que la luz solar absorbida por la clorofila. En cambio, los animales presentan un organismo heterótrofo que opera de una manera metabólica lineal. Consumen sustancias orgánicas previamente elaboradas por otros organismos para producir las sustancias orgánicas de su cuerpo, por lo que dependen de otros

**FIG 02.** Gráfico de Herbert Girardet, donde se observa la comparación entre el metabolismo lineal y el metabolismo circular / Herbert Girardet's graphic, showing the comparison between linear metabolism and circular metabolism [Fuente: Elaboración propia / Source: Created by the authors]



organismos, tanto vivos como muertos. Además, generan importantes residuos, frente a las plantas que consumen CO<sub>2</sub>, fijando el carbono y desprendiendo como 'residuo' O<sub>2</sub>.

El metabolismo de una ciudad se asemeja mucho más al de un animal que al de una planta<sup>10</sup>. Utiliza recursos en cantidades excesivas y crea grandes acumulaciones de desechos, un desequilibrio que reclama extensas superficies para la obtención de materia prima y la posterior depuración de los sólidos. Esta metodología pone de manifiesto la incorrecta y desmedida manera en que la planificación urbana ha impactado sobre el planeta, sin lograr imponer límites al insaciable apetito del metabolismo de la ciudad moderna.

Por lo tanto, las crisis globales deben interpretarse como la suma de incalculables procesos lineales que han estimulado el crecimiento descontrolado de las áreas urbanas, generando y enfrentándonos a los problemas ecológicos actuales. Desde este enfoque, la inestabilidad ecosistémica puede entenderse como una crisis de diseño, que conlleva a una inadecuada configuración de la ciudad. En palabras de Sim Van der Ryn y Stuart Cowan:

En muchos aspectos, la crisis medioambiental es una crisis de diseño. Es una consecuencia de cómo se fabrican las cosas, cómo se construyen los edificios y de cómo se utilizan los paisajes. El diseño manifiesta la cultura, y la cultura se basa firmemente en lo que creemos ser verdadero sobre el mundo. Hemos utilizado el diseño de manera ingeniosa al servicio de intereses humanos estrechamente definidos, pero hemos descuidado su relación con nuestros compañeros de la creación. Un diseño tan miope no puede dejar de degradar el mundo viviente y, por extensión, nuestra propia salud<sup>11</sup>.

La necesidad de entender que únicamente en una ciudad de metabolismo circular se podrá construir un hábitat de calidad para los humanos, es hoy ya un imperativo. Lo

que implica transformar los modelos de diseño del hecho urbano, en busca de un equilibrio generar un hábitat más diverso y plural capaz de atender a lo no humano.

Por lo tanto, para abordar las emergencias actuales de manera efectiva, es esencial replantear el metabolismo urbano desde el punto de vista del diseño para poder desarrollar soluciones que promuevan una nueva teoría urbana capaz de responder a los desafíos climáticos, energéticos, alimentarios y sanitarios. Esta nueva directriz que se investiga pretende diseñar la ciudad no como sistemas de extracción y desecho, sino como sistemas integrados donde los recursos operan en un ciclo cerrado, reutilizándose y reciclándose para reproducir los ciclos naturales propios de la dinámica vegetal, sin duda, el modelo en el que se debe confiar el crecimiento, el desarrollo y el funcionamiento de las ciudades<sup>12</sup>.

En la actualidad, las zonas más biodiversas son las áreas urbanas. En las últimas décadas, se ha observado un fenómeno creciente en el que diversas especies de fauna y flora han migrado hacia las áreas urbanas, debido a la disminución de recursos en sus hábitats naturales. Este

1. El término Antropoceno se generalizó en 2002 por el premio nobel Paul Crutzen para denominar la etapa actual en la que el ser humano está causando daños irreversibles en el medio ambiente.
2. Clara Benito, ed., *La condición postnatural: Glosario de ecologías para otros mundos*, 1.ª ed. (Madrid: Cthulhu Books, 2024), 50.
3. El posthumanismo sugiere lo posterior a lo humano. Esta visión pretende descentralizar al ser humano en la planificación y el diseño para proporcionar otras maneras de existir.
4. Donna J. Haraway, *Seguir con el problema: Generar parentesco en el Chthuluceno* (Bilbao: Consonni, 2019), 63.
5. El postnaturalismo rompe con la naturaleza idealizada por el ser humano dando lugar a una naturaleza que ya no se relaciona con la belleza y busca desplegar nuevas ecologías.
6. Patrick Geddes, *Cities in Evolution: An Introduction to the Town Planning Movement and to the Study of Civics* (Londres: Williams, 1915).
7. Abel Wolman, «The Metabolism of Cities», *Scientific American* 213, n.o 3 (septiembre de 1965): 178-90, <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0965-178>.
8. Herbert Girardet, *Ciudades: Alternativas para una vida sostenible* (Madrid: Celeste Ediciones, 1992), 23.
9. Stefano Mancuso, *Fitópolis. La ciudad viva* (Barcelona: Galaxia Gutenberg, 2024).
10. *Ibid.*, 63.
11. Sim Van der Ryn y Stuart Cowan, *Ecological Design*, 10th anniversary ed. (Washington, DC: Island Press, 2007), 24.
12. Mancuso, *Fitópolis: la ciudad viva*, 86.

desplazamiento se puede atribuir, en parte, al metabolismo lineal de las ciudades, previamente mencionado, que centraliza el consumo de recursos provenientes del campo, agotando las fuentes de alimento en las zonas rurales. Como resultado, muchas especies encuentran refugio en los entornos urbanos, aprovechando los desechos generados por la actividad humana como fuente de alimento. Este proceso ha generado una nueva dinámica ecológica en la que la biodiversidad comienza a adaptarse a los entornos construidos por el ser humano, reconfigurando las relaciones entre las especies y su entorno. La idea de que nuestro impacto en el medio ambiente es tan significativo que las plantas y los animales 'silvestres' están adaptándose a hábitats creados por y para el ser humano, nos permite tomar consciencia de la irreversibilidad de algunos de los cambios que estamos imponiendo a la Tierra<sup>13</sup>. La migración de la biodiversidad de la periferia rural al centro urbano hace replantear la planificación urbana hacia un modelo de ciudad donde el ecosistema urbano pueda desarrollarse de manera equilibrada<sup>14</sup>. Esta migración de la biodiversidad, implica también su pérdida a escala global, ya que hay cientos de especies que no pueden adaptarse al ecosistema urbano. Este presenta un conjunto de atributos que lo capacitan para dar cabida a más de la mitad de la población humana considerándose el ecosistema con mayor tasa de crecimiento. La influencia del ser humano se considera ya parte la naturaleza, su intervención antrópica dominante se ha apropiado de las áreas densamente urbanizadas donde ha provocado que todo el ecosistema esté dominado por la misma especie, mientras que ha expulsado al resto a niveles marginales<sup>15</sup>. Por lo tanto, se podría considerar que la actividad humana y sus consecuencias podrían conformar el hábitat natural de muchas especies, "por todas las formas en que ayuda a albergar o destruir la enmarañada diversidad, a través de las cuales la vida se establece en nuestro mundo"<sup>16</sup>.

### La microintervención como estrategia de metamorfosis

La aplicación de la estructura vegetal en el diseño de la ciudad garantiza resiliencia frente a las urgencias<sup>17</sup> actuales, y la manera de implantar esa modificación en nuestros centros urbanos debe desarrollarse mediante la transformación de estos mismos. El arquitecto y urbanista Josep Lluís Sert afirmaba en 1942, durante el Congreso Internacional de Arquitectura Moderna, que el urbanismo, en su concepción académica tradicional, estaba obsoleto y debía ser reemplazado por la biología urbana<sup>18</sup>. No es viable la construcción de nuevos centros urbanos que prosigan con el consumo de cantidades ilimitadas de recursos, la adaptación es primordial, y para ello la ciudad tiene que asumir una serie de cambios para que los sistemas circulares se integren en la edificación y en el espacio público. Las ciudades no pueden huir de los problemas, están enraizadas al suelo como las plantas, por lo que no tienen más remedio que aprender a adaptarse a los cambios y resolver los problemas.

Tal y como Mancuso explica, el secreto de la longevidad de los árboles consiste en "estar contruidos de forma modular, sin órganos especializados individuales o dobles. El secreto reside en difundirse, en lugar de especializarse"<sup>19</sup>. Las plantas, a diferencia de los animales, no necesitan órganos principales para sobrevivir, al estar dotadas de innumerables órganos genéricos capaces de realizar múltiples funciones, pueden sobrevivir pese a que sufran lesiones en diversos órganos. La falta de especialización y el considerable número de elementos funcionales capacitan al organismo vegetal a adaptarse, transformarse y evolucionar, precisamente propiedades necesarias para marcar el punto de partida de una nueva teoría urbana. Una lenta y minuciosa metamorfosis hacia la ciudad ejemplar.

La metamorfosis de la ciudad debe llevarse a cabo mediante microintervenciones, cirugías urbanas puntuales que implementen procesos con un funcionamiento similar a los órganos no especializados del organismo vegetal. Microintervenir responde a las necesidades cambiantes del entorno sin depender de una estructura centralizada, abordando desafíos de manera progresiva. La escala micro permite una implementación más ágil y adaptativa, una revitalización basada en la acupuntura urbana<sup>20</sup>, que a través de pequeños pinchazos es capaz de implementar nuevos planteamientos gradualmente. Tal como expone Darwin, "la evolución no actúa a través de cambios abruptos, sino de pequeñas alteraciones graduales"<sup>21</sup>.

De manera complementaria, construir un nuevo tejido urbano basado en un mosaico de reparaciones posibilita la diversidad de la ciudad, conduciendo a que los diseños se puedan adaptar para convivir con los diferentes desafíos que enfrentamos. Las acciones locales pueden suponer adición, modificación e incluso eliminación, con el objetivo de restaurar ciertos ajustes de la ciudad que se han considerado por defecto, y que la han convertido en una infraestructura postsostenible. Este método de intervención hace de la estructura urbana un árbol.

13. Menno Schilthuizen y Eduardo Jordá, *Darwin viene a la ciudad: La evolución de las especies urbanas* (Madrid: Turner Publicaciones S.L., 2020), 8.

14. La estabilidad del ecosistema urbano es fundamental, ya que el creciente contacto entre humanos y animales conlleva serios riesgos para la salud, como las zoonosis.

15. Pablo Gallego Picard, «Editorial», *BAC Boletín Académico. Revista de investigación y arquitectura contemporánea* 12 (31 de diciembre de 2022): 8-33, <https://doi.org/10.17979/bac.2022.12.0.9461>.

16. Thom Van Dooren, *Flight Ways: Life and Loss at the Edge of Extinction* (New York: Columbia University Press, 2016), 43.

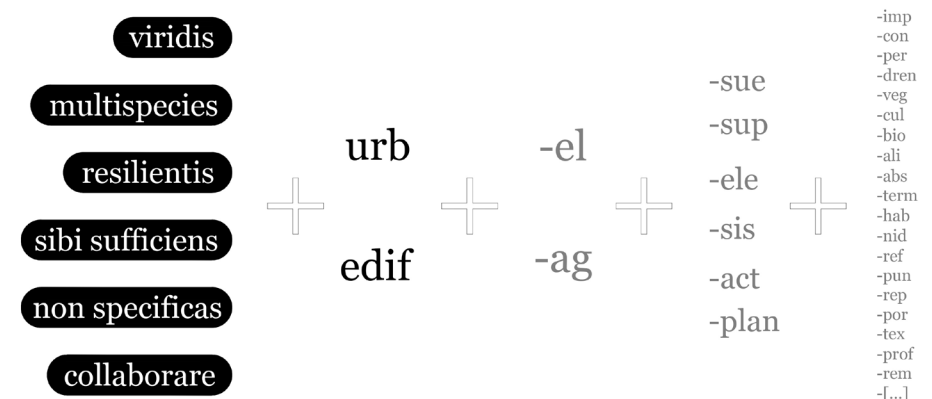
17. Donna Haraway recomienda la utilización de la palabra urgencia en lugar de emergencia. Este último referencia algo cercano al apocalipsis mientras que las urgencias marcan una temporalidad que pertenece al presente. (Haraway, *Seguir con el problema: Generar parentesco en el Chthuluceno*.)

18. Josep Lluís Sert, "Biology of Cities," *Time*, 30 de noviembre de 1942, consultado el 19 de noviembre de 2024, <https://time.com/archive/6766065/art-biology-of-cities>.

19. Mancuso, *Fitópolis: la ciudad viva*, 125.

20. Jaime Lerner, *Acupuntura urbana* (Barcelona: Institut d'Arquitectura Avançada de Catalunya, 2005), 5.

FIG 03. Extracto resumen de la plantilla metodológica para la creación de especies de microintervenciones, fundamentada en el análisis de los casos de estudio / Summary extract of the methodological template for the creation of microintervention species, based on the analysis of the case studies [Fuente: Elaboración propia / Source: Created by the authors]



urb: urbanización, edif: edificio, -el: eliminar, -ag: agregar, -sue: suelos, -sup: superficies, -ele: elementos, -sis: sistemas, act: actuaciones, -plan: plantaciones, -imp: impermeables, -con: contaminantes, -per: permeables, -dren: drenajes, -veg: vegetales, -cul: cultivables, -bio: biodiversas, -ali: alimentarias, -abs: absorbentes, -term: térmicas, -hab: hábitats, -nid: nidificación, -ref: refugios, -por: porosas, -tex: texturizadas, -prof: profundas, -rem: remediación, [...].

### Reconsiderando el modelo de ciudad

La reformulación de la teoría urbana propone transformar el sistema obsoleto de la ciudad para adaptarse a las urgencias actuales, y adaptar las áreas urbanizadas para que constituyan un tejido construido que permita la remediación y reconciliación multiespecie. Los principios de este renovado paradigma se han fundamentado mediante una metodología inductiva basada en el profundo análisis de múltiples proyectos, que ha hecho posible su enraizamiento y clasificación. La primera fase de recopilación y selección de ejemplos que implementan nuevos planteamientos metabólicos y ecológicos ha permitido el posterior examen de casos individuales para identificar las estrategias establecidas y observar su impacto. Este análisis detallado ha permitido identificar patrones que se puedan aplicar en escala micro en las ciudades, para que la suma de esas pequeñas cirugías constituya un correcto rendimiento urbano, no solo enfocándose en la integración de vegetación, sino también en la optimización de los recursos y la biodiversidad. El estudio concluye en una clasificación en forma vegetal de especies de actuaciones de pequeña escala capaces de transformar la ciudad gracias a la acumulación y la repetición. Dado el carácter no especializado de dichas microintervenciones, la denominación de cada especie presenta una raíz similar. La posible asociación de sílabas refuerza el concepto de nula especialización. Mediante estas combinaciones, se consiguen desgranar y clasificar las actuaciones previamente identificadas en el análisis de los casos de estudio [Fig. 03].

La acumulación de reducidas transformaciones de ese tipo concluye en una ciudad nutrida mediante microactuaciones que constituyen una filogénesis urbana que muestra

como resultado las propiedades vitales de los nuevos hábitats urbanizados. Por lo tanto, la ciudad modelo se define: verde, multiespecie, resiliente, autosuficiente, no especializada y colaborativa.

Características transversales que fundamentan los cimientos de una filogénesis<sup>22</sup> de microintervenciones, y definen las subespecies de actuaciones genéricas. En todos los apartados se repiten actuaciones, mostrando el carácter no especializado de las mismas y la conexión equilibrada entre las propiedades de la ciudad, impulsando el correcto funcionamiento vegetal que se persigue.

### Verde

El primer paso consiste en reverdecer las ciudades, en ceder y reservar una gran parte de la superficie urbana a la vegetación. La existencia depende por naturaleza de la vida vegetal, ya que la fotosíntesis es el verdadero motor de la vida<sup>23</sup>. La transformación de la ciudad en espacios verdes no es un simple esfuerzo estético, más bien una acción necesaria para la ecología urbana y la salud de los ciudadanos. La Organización Mundial de la Salud recomienda de 10 a 15 m<sup>2</sup> de superficies verdes por habitante, un estándar inalcanzable en prácticamente cualquier ciudad. Las plantas y los árboles capturan el carbono del ambiente contribuyendo a remediar los efectos del cambio climático, y son fundamentales para que podamos respirar el resto de seres vivos. Es hora de

21. Mancuso, *Fitópolis: la ciudad viva*, 27.

22. Relaciones de parentesco entre especies. En el texto se alude al término filogénesis para referirse a la relación de las distintas especies de microintervenciones arquitectónicas desarrolladas en la investigación.

23. Mancuso, *Fitópolis: la ciudad viva*, 5.

FIG 04. Primer bosque urbano de París en la Place Catalogne / First urban forest in Paris at Place Catalogne [Fotografía / Photography Nekane Azpiazu Lejardi e Iñigo García Odiaga]



reestablecer nuestras relaciones con el mundo vegetal<sup>24</sup>. Existe la necesidad de dejar actuar a la naturaleza, permitiendo a las plantas crecer solas, y para ello se deben diseñar superficies adecuadas, soportes permeables donde la vegetación silvestre crezca de forma espontánea. El distanciamiento entre naturaleza y artificio debe romperse para hacer posibles ciudades capaces de acoplar nuevas ecologías postnaturales. Dejar cohabitar la ciudad a cualquier especie que quiera establecer sus raíces en los pequeños oasis que conforman las microintervenciones en el medio antropizado.

Un ejemplo más paradigmático de este tipo de transformación es el que ha desarrollado la ciudad de París, una de las grandes ciudades europeas y al mismo tiempo una de las menos verdes antes del desarrollo de estas iniciativas [Fig. 04]. *Végétalisons Paris* (Vegetalicémos París) es un proyecto colaborativo online que se puso en marcha a finales de 2018, en el que los ciudadanos presentan micro intervenciones verdes.

Un aspecto llamativo de la iniciativa es que no se conciben los espacios verdes solamente como el hecho de reverdecer espacios en el suelo, si no que *Végétalisons Paris* cuenta con una visión mucho más amplia del verde urbano y propone a los vecinos reverdecer la ciudad a través de jardines compartidos, decorando el mobiliario urbano, instalando cubiertas vegetales en los tejados de los edificios, plantando nuevas especies en los alcorques de los árboles, instalando huertos urbanos, jardines verticales, decorando terrazas, balcones e incluso creando granjas urbanas o instalando colmenas para contar con un mayor número de polinizadores en la ciudad.

El proyecto ha resultado ser todo un éxito habiendo, a día

de hoy, 1348 proyectos de lo más variopintos ejecutados en toda la ciudad, como la instalación de macetas gigantes, la de contenedores de madera, la puesta en marcha de huertos urbanos comunitarios, etc.

### Multiespecie

La integración de más superficies verdes y permeables posibilitan que la ciudad sea un lugar más acogedor para diversas formas de vida. Cuanto más verde sea la ciudad, más especies podrán hacer de la ciudad su hábitat, y favorecer una coexistencia interespecie en el entorno construido. Se debe difuminar la línea divisoria entre ciudad y naturaleza, ya que ahora mismo la cantidad de especies es mayor en las áreas urbanas y en los suburbios que en el entorno rural, y existe un tipo de biodiversidad que fundamenta la ecología urbana, conformada por la fauna y flora sinantrópica<sup>25</sup>. El cuervo y el gorrión forman parte de esas especies que se han adaptado a la ciudad y dependen de la actividad humana para sobrevivir, y pese a que la mayoría de la gente considera su presencia molesta, deberíamos de considerarlo como un suceso positivo, ya que es signo de biodiversidad y su existencia contribuye a que el ecosistema urbano sea más estable. Hasta ahora, el control público ha hecho lo posible para controlar a las especies no humanas, no se ha cedido lugar para lo otro, y se ha mantenido todo en orden. Sin embargo, la pandemia del COVID-19 nos enseñó cómo las plantas, las aves, los insectos y los animales, -incluso el propio virus-, fueron capaces de apropiarse de la ciudad y de colonizarla. Por eso, se requiere repensar el medio construido para diseñar entornos más inclusivos desde el origen, adaptar el tejido urbano para que se promueva la cohabitación multiespecie. En este contexto, la arquitectura sinantrópica podría cambiar la percepción de la convivencia urbana<sup>26</sup>,

fortaleciendo la manera en la que se perciben las relaciones con el resto de seres vivos mediante su integración en el diseño arquitectónico.

La adaptación del entorno construido hacia una justicia multiespecie requiere arquitecturas que ofrezcan refugio para todos. En el proyecto de Eeestudio y Lys Villalba *Educator: Escuela para perros, humanos y otras especies en Madrid* [Fig. 05], aves y murciélagos se apropian de elementos del edificio previamente diseñados para que sean ocupados. Las fachadas-nido y los elementos emergentes como las letras, están pensadas para que otros seres las habiten y ayuden a la autorregulación del ecosistema. De la misma manera, la propuesta de Harrison *Atelier Feral Surface* para revitalizar y reverdecer las azoteas de la ciudad de Barcelona [Fig. 06] contribuye a acercar un mayor número de polinizadores a las áreas urbanizadas. Este proyecto transforma las cubiertas urbanas tanto para los humanos como para los insectos, colocando unidades de superficies porosas y monitorizadas capaces de recopilar información en forma de fachada, arco o muro, al mismo tiempo que contribuye a mitigar la contaminación atmosférica y el efecto isla de calor.

En el espacio público también es posible crear hábitats urbanos para polinizadores. El proyecto *Pabellón Alusta*, de Maiju Suomi y Elina Koivisto, funciona como un gran hotel de insectos [Fig. 07]. La clave de la intervención ha sido la elección del material, ya que el uso de un componente perforado y texturizado como el ladrillo ha permitido a abejas y otros insectos instalarse en las pequeñas cavidades y establecerse en el entorno construido. La instalación crea una atmósfera que fomenta las condiciones para que surjan relaciones interespecie, “invita a los animales no humanos a volver al espacio del que han sido expulsados por la modernidad, y sienta las bases para continuos encuentros”<sup>27</sup>. Por lo tanto, el diseño sinantrópico es posible integrarlo en cualquier tipo de intervención, incluso en infraestructuras difíciles de imaginar, como el puente para murciélagos *Vlotwateringbrug* en Holanda [Fig. 08], de NEXT architects. El puente que da servicio a ciclistas, peatones e incluso ocasionalmente a automóviles, proporciona hábitats a los murciélagos en su sección, de modo que se cree una gran colonia alrededor del puente. Este caso de estudio muestra como un objeto tan funcional como un puente puede servir para la remediación<sup>28</sup> ecológica.

### Resiliente

Tener la capacidad de adaptación y recuperación ante circunstancias adversas, como pueden ser los desastres naturales, economías en declive o climas cambiantes, es muy importante para una ciudad. La resiliencia se basa en una integridad que aprende de experiencias del pasado y es capaz de enfrentar los desafíos del futuro. Por ello, el diseño de la ciudad debe disponer de capacidad de adaptación a las circunstancias provocadas por los

retos y urgencias que surgen en el tiempo. Dicho en otras palabras: preparar la ciudad para que pueda responder de forma adecuada ante momentos de crisis. El objetivo no es aislarnos de estas contingencias. No es necesario desarrollar construcciones arquitectónicas masivas que busquen protegernos, sino un diseño urbano adaptativo desde el enfoque integrador de espacios verdes. Al integrar la naturaleza en el diseño, es decir, al aplicar ‘soluciones basadas en la naturaleza’<sup>29</sup>, se fomenta una evolución de la ciudad hacia estrategias que reducen riesgos ante posibles amenazas.

El *Impluvium de Esplugues de Llobregat* del estudio BatlleiRoig (BIR) es un claro ejemplo de cómo los retales urbanos, en este caso una rotonda, pueden ser espacios de oportunidad para la remediación [Fig. 09]. El proyecto tiene como objetivo aliviar el tráfico de la Rotonda Elisabeth Eidenbenz e introduce itinerarios peatonales y ciclistas entre Barcelona y los municipios del Baix Llobregat que fomentan la movilidad sostenible. Sin embargo, el proyecto resulta interesante desde el punto de vista de saber reconvertir los espacios residuales desde un punto de vista más que humano, integrando un modelo de gestión responsable del agua y fomentando la estimulación de la biodiversidad. Además, sirve como un sistema urbano para mitigar el efecto isla de calor urbana, que podría replicarse por todos los nudos viarios. La superficie verde de la rotonda permite la restauración de la permeabilidad del terreno para mejorar la acumulación, retención e infiltración del agua de lluvia mediante ‘sistemas urbanos de drenaje sostenible’<sup>30</sup>. La actuación gestiona las aguas pluviales de forma sostenible a la vez que impulsa refugios para insectos y aves, especies polinizadoras cuya presencia incentiva la existencia de la propia flora y evita la aparición de plagas. Una pequeña cadena de microintervenciones que alcanza la adaptación general de todos, haciendo de la ciudad un lugar climáticamente resiliente.

### Autosuficiente

El abastecimiento alimentario de la ciudad, caracterizado por el funcionamiento lineal que conlleva un flujo constante de recursos y desechos sin reciclaje, ha debilitado por completo los ecosistemas del territorio circundante a la ciudad. Este modelo de alimentar la urbe, basado en el cultivo intensivo en las áreas rurales, ha eliminado el

24. *Ibid.*  
25. La fauna y flora sinantrópica son especies que se han adaptado a las condiciones ambientales del medio urbano antropizado.  
26. Sarah Gunawan, “Synanthropic Suburbia” (Tesis doctoral, Universidad de Waterloo, 2015), 3.  
27. Maiju Suomi y Maarit Mäkelä, “Exploring Ecological Relativity Through Architectural Practice,” *Research in Arts and Education* 2024, no. 1 (3 de mayo de 2024): 220, <https://doi.org/10.54916/rae.142537>.  
28. Reparar, subsanar o poner remedio al daño, en este contexto a las afecciones ocasionadas al medio ambiente.  
29. Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) son enfoques, acciones o procesos que utilizan los principios de la naturaleza para dar solución a distintos problemas relacionados con la gestión territorial y urbana como la adaptación al cambio climático, la gestión de los recursos, o la seguridad alimentaria.  
30. Los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) son técnicas de gestión de aguas pluviales y planeamiento urbano que pretenden imitar procesos hidrológicos en el desarrollo urbanístico.

paisaje propio del territorio y ha trazado monocultivos que explotan el suelo y eliminan hábitats, reduciendo drásticamente la biodiversidad. Necesitamos trasladar nuestra forma de vida hacia un nuevo modelo donde la producción de alimentos se pueda desarrollar en las ciudades y, de esta manera, integrar espacios dirigidos a la agricultura urbana. Este camino nos conduce a mejorar el acceso a productos frescos, a la vez que nos sensibiliza sobre el impacto de la producción de alimentos en el medio ambiente. La agricultura debemos percibirla como una parte visible y activa de nuestra sociedad, y no algo lejano y culto como se viene haciendo durante los últimos años. Esto nos lleva a generar una consciencia sobre la destrucción de los ecosistemas y una responsabilidad mayor sobre lo que comemos, consiguiendo promover una comunidad más sostenible e interrelacionada.

Además, la introducción de la agricultura en la ciudad deriva en una estrategia eficaz para reverdecer el entorno construido, es decir, de fomentar la biodiversidad, ya que "sabido de todos es que las plantas forman la base de la cadena alimentaria y que el oxígeno que espiramos procede de ellas"<sup>31</sup>. Tanto la flora como la fauna se benefician de los hábitats que se generan al crear espacios dirigidos al cultivo de alimentos y, de esta forma, se promueve la coexistencia de diferentes especies.

Sacudidos por la crisis medioambiental, y preocupados por su alimentación y salud, los habitantes de la metrópoli vuelven a plantearse la agricultura. Pero, la visión ideal y romántica que mantienen sobre ella es difícil de proyectar frente a la organización y las prácticas de la ciudad contemporánea, por lo que han surgido modelos como el proyecto *Urban Farmers De Schilde* en Rotterdam.

En 2016, se puso en servicio esta granja construida sobre una cubierta, la más grande de Europa [Fig. 10 y 11]. Este artefacto urbano produce hoy verduras frescas y pescado, y proporciona a la ciudad no menos de 19 toneladas de pescado y 45 toneladas de verduras cada año. Esta granja funciona además con un sistema de nutrientes cruzados, es decir la materia orgánica liberada durante la producción de pescado se reutiliza para el abono de los cultivos de hortalizas, mientras las plantas purifican el agua en la que se cría el pescado evitando así el uso de químicos.

Mediante este sistema la granja ahorra hasta un 90% en el consumo de agua, además de no recurrir a pesticidas, herbicidas ni antibióticos que, por desgracia, son tan comunes en la logística alimentaria actual.

El proyecto cuenta además con una tienda y un pequeño restaurante, y comercializa sus productos además mediante una caja que sus clientes recogen semanalmente. En ese sentido, además de una granja es un lugar de encuentro para la educación, la investigación y la innovación. La reutilización de este edificio emblemático es más allá de su rendimiento agrícola, un ejemplo en cuanto

a medios alternativos de producción sostenible de pescado y verduras, así como una oportunidad única para cultivar en tierras que están baldías o no utilizadas, como pueden ser las cubiertas de los centros comerciales o de los polígonos industriales.

### No especializada

El entorno urbano debe cumplir en su funcionamiento con las condiciones de la diversidad, la flexibilidad y el dinamismo, en otras palabras, no especializada. Es esta versatilidad la que hace posible que las ciudades se amolden a diferentes necesidades, como la coexistencia entre actividades, usos y especies. El entorno se convierte en más resiliente y habitable gracias a la transversalidad, que promueve relaciones capaces de dar respuesta a cambios y retos. La diversidad mejora la calidad de vida de los ciudadanos, pero también la de la flora y la fauna. Para transformar la ciudad con base firme es clave la no especialización, el construir un tejido variado y rico sin órganos específicos.

El área baja de Manhattan alberga aproximadamente a 220,000 residentes y constituye el núcleo del sector empresarial, influyendo significativamente en la economía global. El huracán Sandy no solo afectó el Distrito Financiero, sino también a 95,000 residentes de bajos ingresos, ancianos y personas en exclusión social. Las infraestructuras fueron gravemente dañadas o destruidas, lo que interrumpió los servicios de transporte y comunicaciones, dejando a miles de personas sin electricidad ni agua potable.

En respuesta a esta situación, y en colaboración con la ciudad de Nueva York, se desarrolló la propuesta *The BIG U*, cuyo objetivo es proteger al Bajo Manhattan de inundaciones, tormentas y otros efectos derivados del cambio climático [Fig. 12 y 13]. Esta iniciativa plantea un sistema de protección que abarca la topografía baja de Manhattan, transformando el litoral en un gran parque urbano. La propuesta está diseñada como un sistema continuo de protección de aproximadamente 16 km, adaptado a las particularidades de cada barrio y a los servicios solicitados por las comunidades locales. Dividida en sectores, cada compartimento está aislado de los demás en caso de inundaciones, a la vez que constituye un espacio para el desarrollo social, comunitario y, por ende, de la propia ciudad. En algunos sectores, el talud propuesto también ofrecería acceso a la ribera para actividades recreativas, promoviendo la interacción social. Asimismo, se propone la creación de rutas accesibles y agradables sobre la autopista que conduzcan hacia los parques, complementadas con árboles y plantas resistentes a la sal que fomenten la resiliencia del hábitat urbano y un gran aumento de la biodiversidad.

Este proyecto de intervención urbana presenta un carácter multifacético. Entre las múltiples intervenciones se incluyen

FIG 05. *Educan: Escuela para perros, humanos y otras especies.* Eeestudio y Lys Villalba / *Educan: School for dogs, humans and other species.* Eeestudio and Lys Villalba [Fotografía / Photography José Hevia]



la creación de parques, la promoción de la biodiversidad, el desarrollo de zonas para la producción de energía y la habilitación de espacios destinados a nuevos usos. Estos elementos integrados potencian la configuración de un metabolismo circular urbano, promoviendo un enfoque holístico y resiliente en el diseño de infraestructuras urbanas.

### Colaborativa

La relación entre los seres vivos es imprescindible en una ciudad, que debe ofrecer un espacio colaborativo. El espacio urbano tiene que fomentar interacciones entre humanos, pero también con plantas y animales, creando de esta forma un entorno que valore la diversidad biológica. Las interacciones entre diferentes especies hacen posible que los humanos, plantas y animales puedan coexistir en armonía, beneficiándose los unos de los otros. Es ejemplo de ello que las plantas descontaminan suelos o limpian el aire que respiran otras especies, mientras que el humano puede cuidar otras especies, y, al mismo tiempo, la fauna o los animales ayudan al control de las plagas. Mediante estas colaboraciones el ecosistema urbano se

enriquece, fortaleciendo el sentido de comunidad: "Diseñar en beneficio de todo el conjunto de especies planetarias -animales, plantas, microbios, tecnobiologías y humanos- implica reconocer las complejidades de la colaboración multiespecie"<sup>32</sup>. Una ciudad verdaderamente colaborativa es aquella que integra a todos sus habitantes, humanos y no humanos, en los procesos urbanos promoviendo un equilibrio saludable para todos.

*Roppongi Hills* es un desarrollo urbano experimental en el corazón de Tokio. El complejo se concibió como una forma de revitalizar un enclave deprimido del centro, no sólo mediante el desarrollo económico, sino también añadiendo un espacio verde muy necesario en una ciudad que sufre un intenso efecto de isla de calor urbano. En una ciudad con un número reducido de espacios verdes, *Roppongi Hills* tiene un 30.8% de su superficie plantada con vegetación en 2024. La vegetación ayuda a prevenir durante el día el calentamiento urbano (efecto isla de calor), y la temperatura de la superficie es entre 5 y 15 C° inferior a la de sus alrededores.

31. Mancuso, *Fitópolis: la ciudad viva*, 5.  
32. Haraway, *Seguir con el problema. Generar parentesco en el Chthuluceno*, 14.

FIG 06. *Feral Surface*, mención honorífica en el concurso Reusing Rooftops in Barcelona 2024. Harrison Atelier / *Feral Surface*, Honourable mention in the competition Reusing Rooftops in Barcelona 2024, Harrison Atelier [Fotografía / Photography Harrison Atelier]



En la azotea del complejo *Keyakizaka* se ha creado un jardín donde se cultiva arroz, verduras y otras plantas, y conviven animales [Fig. 14]. Esta microintervención solo puede comprenderse a escala urbana como complementaria de otras realizadas en las torres del barrio, donde se utiliza gas ciudad y se emplean turbinas para generar energía eléctrica. El calor residual generado se suministra a la zona para su uso en sistemas de aire acondicionado. El resultado es una reducción del 20% del consumo de energía primaria, del 27% de las emisiones de CO2 y del 45% de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx), proporcionando una fuente de energía eléctrica de reserva para momentos de catástrofe u otras emergencias.

Las aguas residuales de calidad relativamente buena se recuperan y se someten a un proceso de tratamiento para que alcancen un nivel de calidad que permita su reutilización. A continuación, se suministra a cada edificio en forma de aguas grises para fines tales como la descarga de los inodoros. Esto reduce la demanda de agua limpia (agua del grifo) en aproximadamente un 30%. *Roppongi Hills* ha instalado además tanques de almacenamiento de agua para ahorrar agua de lluvia en 14 puntos de la zona. El resultado ha sido una reducción del 28% en el volumen de aguas residuales en comparación con el volumen anterior a la reurbanización de la zona. Todos estos sistemas deben entenderse como un sistema colaborativo, en el que unos procesos interactúan con los otros y se retroalimentan provocando un metabolismo circular.

### Conclusiones para progresar hacia un modelo vegetal

Las cualidades de los centros urbanos junto con sus acciones y prácticas constituyen los principios de una

nueva teoría urbana, que propone un rendimiento y desarrollo vegetal. La urbe como organismo que habita a través de microintervenciones se fundamenta en la estructura genérica, flexible y modular de las plantas. Su organismo se asemeja a los órganos no especializados de los vegetales a través de operaciones puntuales que asumen esa misma responsabilidad, para su funcionamiento y evolución.

El nuevo paradigma urbano se estructura precisamente como un árbol que se nutre de acciones de pequeña escala para progresar, adaptarse y transformarse. Es una filogénesis de microactuaciones organizadas en seis subespecies diferenciadas por las propias propiedades de la ciudad [Fig. 15]. El carácter transversal de estas se refleja en la repetición de las especies de microintervenciones de los distintos apartados, que a la vez hacen que se demuestre su nula especialización. Especies arquitectónicas catalogadas como '*viridis urb+ag+resup+veg*' o '*multispecies edif+cub+ag+resup+veg*' tienen como objetivo común transformar la ciudad hacia una infraestructura verde pese a que pertenecen a familias diferentes.

Microintervenir es la manera de cambiar el modelo existente hacia una ciudad verde, multispecie, resiliente, autosuficiente, no especializada y colaborativa. El profundo estudio de proyectos ha permitido definir los principios de una ciudad planteada por primera vez desde un punto de vista donde el diseño favorece al mismo nivel a los seres humanos y al resto de las especies, una manera de proyectar la ciudad posthumana.

Las microintervenciones pretenden romper con la



FIG 07. *Alusta Pavilion*. Maiju Suomi y Elina Koivisto / *Alusta Pavilion*. Maiju Suomi and Elina Koivisto. [Fotografía / Photography Maiju Suomi]

idealización cultural y la dicotomía entre naturaleza y artefacto, para integrarla masivamente en el centro de la ciudad y generar un nuevo ecosistema urbano, donde puedan interactuar todos los seres que la habitan. Es necesario que la ciudad evolucione hacia superficies permeables y estructuras verdes que impulsen nuevas formas de vida, mediante la implementación de microintervenciones diseñadas para fortalecer la justicia multispecie, y crear mecanismos que permitan el metabolismo circular de la urbe. Realizar pequeñas cirugías en retales urbanos y convertirlos en lugares que promuevan nuevas ecologías para el adecuado funcionamiento de la ciudad. El repetitivo establecimiento sobre preexistencias de diversos microproyectos diseñados desde una posición posthumana y postnatural, tiene la aptitud de reparar el espacio urbano y convertirlo en un organismo modular no especializado. Estas no poseen valor de forma aislada, es la suma y la acumulación de todas las microsoluciones la que hace que se construya un nuevo metabolismo de la ciudad, dada la complejidad y diversidad de los escenarios urbanos. De forma que se garantiza un funcionamiento ininterrumpido, y sincronizado entre los procesos interespecie de la nueva ecología. Intervenir a una escala micro para una nueva teoría urbana más-que-humana, ya que el simple hecho de existir conlleva coexistir con el resto. Como explica Anna Tsing, "para sobrevivir necesitamos ayuda, y la ayuda es siempre el servicio de otro, con o sin intención"<sup>33</sup>.

33. Anna Tsing, *La seta del fin del mundo* (Madrid: Capitán Swing Libros, 2021),

## Abstract

Transforming the city model is the only possible choice to remedy current urgencies, as we cannot afford to build new urban centres that neglect present challenges and continue to consume unlimited amounts of resources against other beings, bodies and landscapes. Adaptation is paramount, and to this end, the city must embrace a series of changes integrated into buildings and public space, that are capable of producing water, energy, and food. Transforming urban centres to create spaces for co-evolution is the challenge to be met. Centres capable of embracing a new nature that involves going beyond the aesthetic in order to cultivate new ecological alternatives from a post-natural vision. The city needs to evolve towards permeable surfaces and porous structures that foster new forms of life, through the implementation of micro-interventions designed to strengthen multispecies justice, and to create mechanisms that enable the circular metabolism of the city. The repetitive establishment on preexistences of diverse microprojects designed from a posthuman and postnatural position, has the aptitude to repair the urban space and turn it into a non-specialised modular organism; in a way that guarantees an uninterrupted and synchronised functioning between the interspecies processes of the new ecology. The new city model is organised as a tree that is nourished by small-scale actions to progress, adapt and transform itself, structured in a phylogenesis that establishes a relationship between different non-specialised architectural micro-actions.

## Keywords:

*Urban metabolism, multispecies coexistence, urban ecology, postnatural design, phylogenesis.*

## ENG Introduction

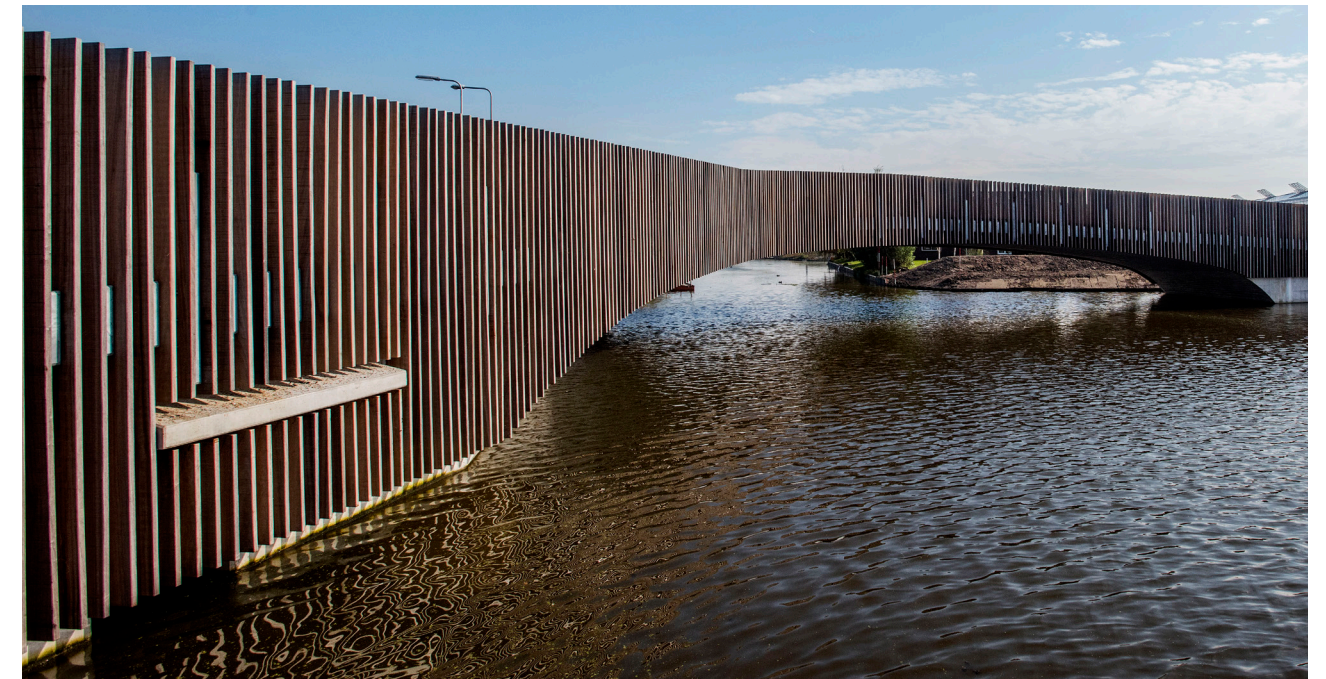
The triangle of the Anthropocene<sup>1</sup> formed by capitalism, industry and technology has generated significant effects, evidenced in the exploitation and depletion of mineral resources, in the health of the environment, as well as in the accumulation of waste. The large number of operations carried out in the territory due to the advances of modernity, show the hybrid condition of the landscape, which, between natural and artificial, demands a new approach from which to cohabit<sup>2</sup>. Thinking about the future implies starting by changing the present and the way we relate to other beings. A change of direction that decentralises all that human activity entails is essential to incite a relevant change in ecology, and to begin a new post-human era<sup>3</sup> that enables “other ways of regenerating the world, reimagining, reviving and reconnecting reciprocally in a multi-species wellbeing”<sup>4</sup>. Moving the human being away from the centre of all design and including the more-than-human is the basis for transforming cities capable of remedying the environmental crisis. This entails thinking about new ecologies and reflecting on the relationship that humans have maintained with nature, dismantling their idealised cultural thinking to create habitats that blur the boundaries between natural and artificial, so that a new post-natural thinking<sup>5</sup> can cultivate new ecological alternatives in the built environment.

## Urban metabolism

In the context of facing growing planetary crises, it is essential to reconsider the functioning of today’s urban metabolism, an essential concept for understanding how cities function in terms of flows of energy, materials and waste, and how these processes impact on living things, animals, plants and landscapes. The city has not changed the way it functions even though Patrick Geddes warned of its inefficiency and imbalance in 1885. By analysing the flows of energy and materials in and out of urban areas, he obtained a record of the resources needed for their output that warned of the significant disproportion between the final product and the materials needed for its production. These measurements showed that urban operation was having an unsustainable impact on the environment in the long term, due to the solid waste, sewage and air pollution that resulted<sup>6</sup>.

1. The term Anthropocene was generalised in 2002 by Nobel laureate Paul Crutzen to denote the current stage in which humans are causing irreversible damage to the environment.
2. Clara Benito, ed., *La condición postnatural: Glosario de ecologías para otros mundos*, 1.ª ed. (Madrid: Cthulhu Books, 2024), 50.
3. Posthumanism suggests the post-human. This vision aims to decentralise the human in planning and design to provide other ways of existing.
4. Donna Haraway, *Staying with the Trouble: Making Kin in the Chthulucene*, Experimental Futures. Technological Lives, Scientific Arts, Anthropological Voices (Durham London: Duke University Press, 2016), 63.
5. Post-naturalism breaks with the idealised nature of human beings, giving rise to a nature that no longer relates to beauty and seeks to deploy new ecologies.
6. Patrick Geddes, *Cities in Evolution: An Introduction to the Town Planning Movement and to the Study of Civics* (Londres: Williams, 1915).

FIG 08. Vlotwateringbrug. NEXT architects / Vlotwateringbrug. NEXT architects. [Fotografía / Photography Raymond Rutting ]



Although Geddes dealt with issues related to the dynamics of the modern city, it was not until 1965 that the term urban metabolism became popular due to Abel Wolman’s article “The Metabolism of Cities”<sup>7</sup>, where he set out his vision of the city as a machine that transforms resources into waste [Fig.01]. In this way, his work contributed to highlighting the limitations and inefficiencies of the metabolic model of the contemporary city and opened the way for new theoretical contributions such as that of Herbert Girardet, who made a distinction between circular metabolism and linear metabolism<sup>8</sup> [Fig.02]. The former defines the functioning of the natural world, in which the waste of one organism is converted into resources for others, as opposed to the latter, which applies to the city, where the raw material introduced becomes waste.

In line with these approaches, Stefano Mancuso in his book *Fitópolis: The Living City*<sup>9</sup> establishes a comparison between the processes of plants and animals, which can be considered an evolution of the concepts proposed by Girardet from a new, more biological point of view. Circular metabolism is understood through the functioning of plants, autotrophic organisms capable of producing the organic substances necessary to develop their activity, using exclusively inorganic compounds and needing no energy other than sunlight absorbed by chlorophyll. Animals, on the other hand, are heterotrophic organisms that operate in a linear metabolic manner. They consume organic

substances previously elaborated by other organisms to produce the organic substances in their bodies, and are therefore dependent on other organisms, both living and dead. In addition, they generate significant waste, as opposed to plants that consume CO<sub>2</sub>, fixing carbon and releasing O<sub>2</sub> as ‘waste’.

The metabolism of a city is much more like that of an animal than that of a plant<sup>10</sup>. It uses excessive amounts of resources and creates large accumulations of waste, an imbalance that requires large areas of land for raw materials and the subsequent purification of solids. This methodology highlights how urban planning has impacted the planet in the wrong and unconscionable way, failing to impose limits on the insatiable appetite of the modern city’s metabolism.

Global crises must therefore be interpreted as the sum of incalculable linear processes that have stimulated the uncontrolled growth of urban areas, generating and confronting us with today’s ecological problems. From this approach, ecosystemic instability can be understood as a crisis of design, leading to an inadequate configuration

7. Abel Wolman, “The Metabolism of Cities”, *Scientific American* 213, n. 3 (September 1965): 178-90, <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0965-178>.
8. Herbert Girardet, *Ciudades: Alternativas para una vida sostenible* (Madrid: Ccleste Ediciones, 1992), 23.
9. Stefano Mancuso, *Fitópolis. La ciudad viva* (Barcelona: Galaxia Gutenberg, 2024).
10. Ibid., 63.

of the city. In the words of Sim Van der Ryn and Stuart Cowan:

‘In many ways, the environmental crisis is a crisis of design. It is a consequence of how things are made, how buildings are constructed and how landscapes are used. Design manifests culture, and culture is firmly grounded in what we believe to be true about the world. We have used design cleverly in the service of narrowly defined human interests, but we have neglected its relationship to our fellow creatures. Such myopic design cannot fail to degrade the living world and, by extension, our own health’<sup>11</sup>.

The need to understand that only in a city with a circular metabolism will it be possible to build a quality habitat for humans is now an imperative. This implies transforming urban design models, in search of a balance to generate a more diverse and plural habitat capable of catering for the non-human.

Therefore, in order to address current emergencies effectively, it is essential to rethink urban metabolism from a design point of view in order to develop solutions that promote a new urban theory capable of responding to climate, energy, food and health challenges. This new guideline under investigation aims to design the city not as systems of extraction and disposal, but as integrated systems where resources operate in a closed cycle, reused and recycled to reproduce the natural cycles of plant dynamics, without doubt the model on which the growth, development and functioning of cities should be based<sup>12</sup>.

Today, the most biodiverse areas are urban areas. In recent decades, a growing phenomenon has been observed in which diverse species of fauna and flora have migrated to urban areas, due to the decrease of resources in their natural habitats. This displacement can be attributed, in part, to the previously mentioned linear metabolism of cities, which centralises the consumption of resources from the countryside, depleting food sources in rural areas. As a result, many species find refuge in urban environments, taking advantage of the waste generated by human activity as a source of food. This process has generated a new ecological dynamic in which biodiversity begins to adapt to human-built environments, reconfiguring the relationships between species and their environment. The idea that our impact on the environment is so significant that ‘wild’ plants and animals are adapting to habitats created by and for humans raises awareness of the irreversibility of some of the changes we are imposing on the Earth<sup>13</sup>. The migration of biodiversity from the rural periphery to the urban centre makes us rethink urban planning towards a city model where the urban ecosystem can develop in a balanced way<sup>14</sup>. This migration of biodiversity also implies its loss on a global scale, as there are hundreds of species that cannot adapt to the urban ecosystem. The urban ecosystem has a set of attributes that enable it to accommodate more than half of the human population and is considered the ecosystem with the highest growth rate. Human influence is already considered part of nature, its dominant anthropic intervention has appropriated the densely urbanised areas where it has caused the whole ecosystem to be dominated by the same species, while pushing the rest to marginal

levels<sup>15</sup>. Human activity and its consequences could therefore be considered to shape the natural habitat of many species, “for all the ways in which it helps to harbour or destroy the tangled diversity through which life establishes itself in our world”<sup>16</sup>.

### Micro-intervention as a strategy for metamorphosis

The application of the vegetation structure in the design of the city guarantees resilience in the face of today’s urgencies<sup>17</sup>, and the way to implement this modification in our urban centres must be developed by transforming them. The architect and urban planner Josep Lluís Sert stated in 1942, during the International Congress of Modern Architecture, that urban planning, in its traditional academic conception, was obsolete and should be replaced by urban biology<sup>18</sup>. It is not viable to build new urban centres that continue to consume unlimited amounts of resources, adaptation is paramount, and for this the city has to assume a series of changes so that circular systems are integrated into the building and public space. Cities cannot run away from problems, they are rooted to the ground like plants, so they have no choice but to learn to adapt to change and solve problems.

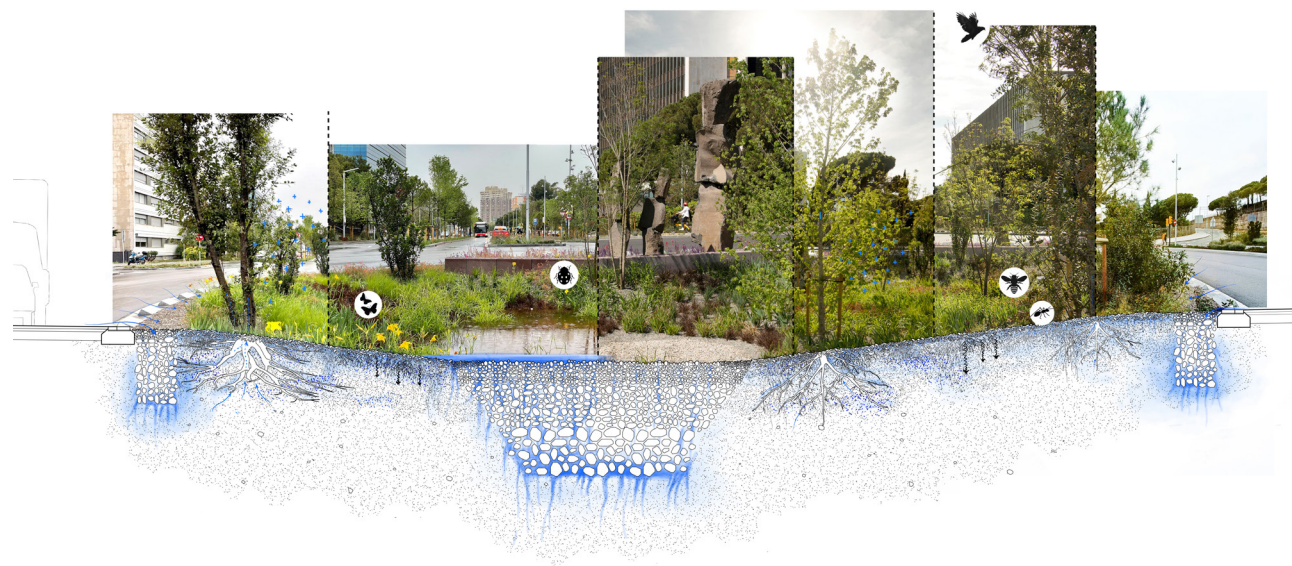
As Mancuso explains, the secret of the longevity of trees is that they are built in a modular way, without single or double specialised organs.<sup>19</sup> The secret is to spread out, rather than specialise’. Plants, unlike animals, do not need major organs to survive; being endowed with innumerable

generic organs capable of multiple functions, they can survive despite injury to various organs. The lack of specialisation and the considerable number of functional elements enable the plant organism to adapt, transform and evolve, precisely the properties needed to mark the starting point of a new urban theory. A slow and painstaking metamorphosis towards the exemplary city.

The metamorphosis of the city must be carried out through micro-interventions, one-off urban surgeries that implement processes with a functioning similar to the non-specialised organs of the plant organism. Micro-interventions respond to the changing needs of the environment without relying on a centralised structure, addressing challenges in a progressive manner. The micro scale allows for a more agile and adaptive implementation, a revitalisation based on urban acupuncture<sup>20</sup>, which through small punctures is able to implement new approaches gradually. As Darwin puts it, “evolution does not act through abrupt changes, but through small gradual alterations”.<sup>21</sup>

In a complementary way, building a new urban fabric based on a mosaic of repairs enables the diversity of the city, leading to designs that can be adapted to coexist with the different challenges we face. Local actions can involve addition, modification and even removal, with the aim of restoring certain adjustments to the city that have been considered by default, and which have turned it into a post-sustainable infrastructure. This method of intervention makes the urban structure a tree.

FIG 09. Sección del Impluvium de Esplugues de Llobregat. Batlleiroig (BIR) / Section of the Impluvium of Esplugues de Llobregat. Batlleiroig (BIR). [Imagen / Image Batlleiroig]



11. Sim Van der Ryn y Stuart Cowan, *Ecological Design*, 10th anniversary ed. (Washington, DC: Island Press, 2007), 24.  
12. Mancuso, *Fitópolis: la ciudad viva*, 86.

13. Menno Schilthuisen y Eduardo Jordá, *Darwin viene a la ciudad: La evolución de las especies urbanas* (Madrid: Turner Publicaciones S.L., 2020), 8.  
14. The stability of the urban ecosystem is crucial, as the increasing contact between humans and animals leads to serious health risks, such as zoonoses.

FIG 10. Collage de Urban Farmers De Schilde. Space & Matter / Collage of Urban Farmers De Schilde. Space & Matter [Imagen / Image Space & Matter]



FIG 11. Sección collage de la transformación de la cubierta y de la sexta planta en granja urbana. Urban Farmers De Schilde. Space & Matter / Collage section of the transformation of the roof and the sixth floor into an urban farm. Urban Farmers De Schilde. Space & Matter [Imagen / Image Space & Matter]



15. Pablo Gallego Picard, “Editorial”, *BAC Boletín Académico. Revista de investigación y arquitectura contemporánea* 12 (31 December 2022): 8-33, <https://doi.org/10.17979/bac.2022.12.0.9461>.  
16. Thom Van Dooren, *Flight Ways: Life and Loss at the Edge of Extinction* (New York: Columbia University Press, 2016), 43.  
17. Donna Haraway recommends the use of the word urgency instead of emergency. The latter refers to something close to the apocalypse while urgencies mark a temporality that belongs to the present. (Donna Haraway, *Staying with the Trouble: Making Kin in the Chthulucene*)  
18. Josep Lluís Sert, “Biology of Cities,” *Time*, November 30, 1942, accessed November 19, 2024, <https://time.com/archive/6766065/art-biology-of-cities/>.  
19. Mancuso, *Fitópolis: la ciudad viva*, 125.  
20. Jaime Lerner, *Acupuntura urbana* (Barcelona: Institut d’Arquitectura Avançada de Catalunya, 2005), 5.



FIG 12. Fotomontaje de *The BIG U* en un escenario habitual, Bajo Manhattan. BIG - Bjarke Ingels Group / Rendering of *The BIG U* in a regular context, Lower Manhattan. BIG - Bjarke Ingels Group [Imagen / Image BIG - Bjarke Ingels Group]



FIG 13. Fotomontaje de *The BIG U* en un escenario catastrófico, Bajo Manhattan. BIG - Bjarke Ingels Group / Photomontage of *The BIG U* in a catastrophic scenario, Lower Manhattan. BIG - Bjarke Ingels Group [Imagen / Image BIG - Bjarke Ingels Group]

### Rethinking the city model

The reformulation of urban theory proposes to transform the obsolete system of the city to adapt to current urgencies, and to adapt urbanised areas to constitute a built fabric that allows for multispecies remediation and reconciliation. The principles of this renewed paradigm have been grounded through an inductive methodology based on the in-depth analysis of multiple projects, which has made it possible to root and classify them. The first phase of collecting and selecting examples implementing new metabolic and ecological approaches has allowed the subsequent examination of individual cases to identify the strategies in place and observe their impact. This detailed analysis has allowed the identification of patterns that can be applied on a micro scale in cities, so that the sum of these small surgeries constitutes a correct urban performance, not only focusing on the integration of vegetation, but also on the optimisation of resources and biodiversity. The study concludes in a plant-based classification of small-scale performance species capable of transforming the city through accumulation and repetition. Given the non-specialised nature of these micro-interventions, the name of each species has a similar root. The possible association of syllables reinforces the concept of non-specialisation. By means of these combinations, the actions previously identified in the analysis of the case studies can be broken down and classified [Fig. 03].

The accumulation of such small transformations results in a city nurtured through microactions that constitute an urban phylogenesis that shows as a result the vital properties of the new urbanised habitats. The model city is therefore defined as: green, multispecies, resilient, self-sufficient, non-specialised and collaborative.

Transversal characteristics that lay the foundations of a phylogenesis<sup>22</sup> of microinterventions and define the subspecies of generic actions. Actions are repeated in all the sections, showing the non-specialised nature of the actions and the balanced connection between the properties of the city, promoting the correct functioning of the vegetation that is pursued.

### Green

The first step is to green cities, to give and reserve a large part of the urban area for vegetation. Existence depends by nature on plant life, since photosynthesis is the true engine of life<sup>23</sup>. The transformation of the city into green spaces is not simply an aesthetic effort, but rather a necessary action for urban ecology and the health of citizens. The World Health Organisation recommends 10 to 15 m<sup>2</sup> of green space per inhabitant, an unattainable standard in virtually any city. Plants and trees sequester carbon from the environment, helping to mitigate the effects of climate change, and are essential for all other living things to breathe. It is time to re-establish our relationship with the plant world<sup>24</sup>. There is a need to let nature act, allowing plants to grow on their own, and to do this we must design suitable surfaces, permeable supports where wild vegetation can grow spontaneously. The distance between nature and artifice must be broken in order to make possible cities that are capable of coupling new postnatural ecologies. Let any species that wants to establish its roots in the small oases that make up the microinterventions in the anthropised environment cohabit the city.

21. Mancuso, *Fitópolis: la ciudad viva*, 27.

22. Relationships between species. The term phylogenesis is used in the text to refer to the relationship between the different species of architectural micro-interventions developed in the research.

23. Mancuso, *Fitópolis: la ciudad viva*, 5.

A more paradigmatic example of this type of transformation is the one developed by the city of Paris, one of the largest European cities and at the same time one of the least green before the development of these initiatives [Fig. 04]. *Végétalisons Paris* (Let's Vegetalise Paris) is a collaborative online project launched at the end of 2018, in which citizens submit green microinterventions.

A striking aspect of the initiative is that green spaces are not conceived only as the greening of ground spaces, but *Végétalisons Paris* has a much broader vision of urban greenery and proposes to residents to green the city through shared gardens, decorating street furniture, installing green roofs on the roofs of buildings, planting new species in the tree wells, installing urban gardens, vertical gardens, decorating terraces, balconies and even creating urban farms, installing green roofs on the roofs of buildings, planting new species in the tree wells, installing urban vegetable gardens, vertical gardens, decorating terraces, balconies and even creating urban farms or installing beehives to increase the number of pollinators in the city.

The project has proved to be a great success, with 1,348 different projects implemented throughout the city to date, such as the installation of giant flowerpots, wooden containers, the setting up of community urban gardens, etc.

### Multispecies

The integration of more green and permeable surfaces makes the city a more welcoming place for diverse forms of life. The greener the city, the more species can make the city their habitat, and encourage interspecies coexistence in the built environment. The dividing line between city and nature must be blurred, as right now the number of species is greater in urban areas and suburbs than in the rural environment, and there is a type of biodiversity that underpins urban ecology, made up of synanthropic fauna and flora<sup>25</sup>. The crow and the sparrow are among those species that have adapted to the city and depend on human activity for their survival, and although most people consider their presence a nuisance, they should be seen as a positive development, as they are a sign of biodiversity and their existence contributes to a more stable urban ecosystem. So far, public control has done its best to control non-human species, no room has been given for the other, and everything has been kept in order. However, the pandemic showed us how plants, birds, insects and animals - even the virus itself - were able to take over the city and colonise it. Therefore, it is necessary to rethink the built environment in order to design more inclusive environments from the outset, adapting the urban fabric to promote multispecies cohabitation. In this context, synanthropic architecture could change the perception of urban

24. *Ibid.*

25. Synanthropic fauna and flora are species that have adapted to the environmental conditions of the anthropised urban environment.

26. Sarah Gunawan, "Synanthropic Suburbia" (PhD diss., University of Waterloo, 2015), 3.

coexistence<sup>26</sup>, strengthening the way in which relationships with other living beings are perceived through its integration into architectural design.

The adaptation of the built environment towards multispecies justice requires architectures that offer shelter for all. In Eeestudio and Lys Villalba's project, *Educan: School for dogs, humans and other species in Madrid* [Fig. 05], birds and bats take over elements of the building previously designed to be occupied. The nesting façades and the emerging elements such as the letters are designed for other beings to inhabit them and help in the self-regulation of the ecosystem. In the same way, Harrison Atelier's proposal, *Feral Surface* to revitalise and green the rooftops of the city of Barcelona [Fig. 06], contributes to bringing a greater number of pollinators to urbanised areas. They transform rooftops into environments for both humans and insects by placing porous, monitored surface units capable of collecting information in the form of a façade, arch or wall, while helping to mitigate air pollution and the heat island effect.

Urban habitats for pollinators can also be created in public space. The *Ahusta Pavilion* by Maiju Suomi and Elina Koivisto functions as a large insect hotel [Fig. 07]. The key to the intervention has been the choice of material, as the use of a perforated and textured component such as brick has allowed bees and other insects to settle in the small cavities, and establish themselves in the built environment. The installation creates an atmosphere that fosters the conditions for interspecies relationships to emerge, "invites non-human animals to return to the space from which they have been expelled by modernity, and lays the groundwork for continued encounters"<sup>27</sup>. Therefore, synanthropic design can be integrated into any kind of intervention, even in infrastructures that are difficult to imagine, such as the *Vlotwateringbrug* bat bridge in the Netherlands [Fig. 08], by NEXT architects. The bridge, which serves cyclists, pedestrians and even occasionally cars, provides habitats for bats in its section, so that a large colony is created around the bridge. This case study shows how an object as functional as a bridge can be used for ecological remediation<sup>28</sup>.

### Resilient

Having the capacity to adapt and recover from adverse circumstances, such as natural disasters, declining economies or changing climates, is very important for a city. Resilience is based on an integrity that learns from past experiences and is able to cope with future challenges. Therefore, the design of the city must have the capacity to adapt to the circumstances brought about by the

27. Maiju Suomi and Maarit Mäkelä, "Exploring Ecological Relationality Through Architectural Practice," *Research in Arts and Education* 2024, no. 1 (May 3, 2024): 220, <https://doi.org/10.54916/rae.142537>.

28. Repairing, remedying or remedying the damage, in this context the damage caused to the environment.

challenges and urgencies that arise over time. In other words, to prepare the city to be able to respond adequately to moments of crisis. The aim is not to insulate ourselves from these contingencies, it is not necessary to develop massive architectural constructions that seek to protect us, but rather an adaptive urban design from the integrative approach of green spaces. By integrating nature into the design, i.e. by applying Nature-Based Solutions<sup>29</sup>, an evolution of the city towards strategies that reduce risks in the face of potential hazards is encouraged.

The *Impluvium of Esplugues de Llobregat* by BatlleiRoig (BIR) is a clear example of how urban remnants, in this case a roundabout, can be spaces of opportunity for remediation [Fig. 09]. The project actually aims to relieve traffic from the Elisabeth Eidenbenz Roundabout and introduce pedestrian and cycle routes between Barcelona and the municipalities of Baix Llobregat, promoting sustainable mobility. However, the project is interesting from the point of view of knowing how to reconvert waste spaces from a more than human point of view, integrating a model of responsible water management and encouraging the stimulation of biodiversity. In addition, it serves as an urban system to mitigate the urban heat island effect, which could be replicated along all road junctions. The green surface of the roundabout allows the restoration of the permeability of the land to improve the accumulation, retention and infiltration of rainwater through Sustainable Urban Drainage Systems<sup>30</sup>. The action manages rainwater in a sustainable way, while promoting refuges for insects and birds, pollinating species whose presence encourages the existence of the flora itself and prevents the appearance of pests. A small chain of microinterventions that achieves the overall adaptation of all, making the city a climatically resilient place.

### Self-sufficient

The city's food supply, characterised by a linear operation involving a constant flow of resources and waste without recycling, has completely weakened the ecosystems of the territory surrounding the city. This model of feeding the city, based on intensive cultivation in rural areas, has eliminated the landscape of the territory and has created monocultures that exploit the soil and eliminate habitats, drastically reducing biodiversity. We need to move our way of life towards a new model where food production can be developed in cities and, in this way, integrate spaces for urban agriculture. This path leads to improved access to fresh produce, while raising awareness of the impact of food production on the environment. Agriculture must be perceived as a visible and active part of our society, and not something distant and cultured as it has been in recent years. This leads to an awareness of the destruction of ecosystems and a greater responsibility for what we eat,

promoting a more sustainable and interrelated community.

In addition, the introduction of agriculture in the city is an effective strategy for greening the built environment, i.e. promoting biodiversity as "it is common knowledge that plants form the basis of the food chain and that the oxygen we breathe comes from them"<sup>31</sup>. Both flora and fauna benefit from the habitats generated by creating spaces for growing food, thus promoting the coexistence of different species.

Shaken by the environmental crisis, and concerned about their food and health, the inhabitants of the metropolis are rethinking agriculture. However, their ideal and romantic vision of agriculture is difficult to project in the face of the organisation and practices of the contemporary city, which is why models such as the *Urban Farmers De Schilde* project in Rotterdam have emerged.

In 2016, this rooftop farm, the largest in Europe, was commissioned [Fig. 10 and 11]. This urban artefact now produces fresh vegetables and fish, and provides the city with no less than 19 t of fish and 45 t of vegetables each year. The farm also operates a cross-nutrient system, i.e. the organic matter released during fish production is reused to fertilise the vegetable crops, while the plants purify the water in which the fish is raised, thus avoiding the use of chemicals.

With this system, the farm saves up to 90% in water consumption, as well as not using pesticides, herbicides and antibiotics, which are unfortunately so common in today's food logistics. The project also has a shop and a small restaurant, and also sells its products through a box that its customers collect weekly. In this sense, it is not only a farm, but also a meeting place for education, research and innovation. The reuse of this emblematic building is, beyond its agricultural performance, an example of alternative means of sustainable production of fish and vegetables, as well as a unique opportunity to grow crops on land that is vacant or unused, such as the roofs of shopping centres or industrial estates.

### Non-specialised

The urban environment must meet the conditions of diversity, flexibility and dynamism in its functioning, in other words, non-specialised. It is this versatility that makes it possible for cities to adapt to different needs, such as the coexistence of activities, uses and species. The environment becomes more resilient and liveable thanks to transversality, which promotes relationships capable of responding to changes and challenges. Diversity improves the quality of life for citizens, but also for flora and fauna. In order to transform the city on a firm basis, it is essential not to



FIG 14. Huerta urbana en la azotea del complejo *Keyakizaka*, *Roppongi Hills*, Tokio. Cultivo de arroz en plena ciudad. Una manera de prevenir el efecto isla de calor urbana. / Urban rooftop garden at the *Keyakizaka* complex, *Roppongi Hills*, Tokyo. Rice cultivation in the middle of the city. A way to prevent the urban heat island effect.

specialise, to build a varied and rich fabric without specific bodies.

Lower Manhattan is home to approximately 220,000 residents and is the core of the business sector, significantly influencing the overall economy. Hurricane Sandy affected not only the Financial District, but also 95,000 low-income residents, the elderly and socially excluded. Infrastructure was severely damaged or destroyed, disrupting transportation and communications services, leaving thousands of people without electricity and clean water.

In response to this situation and in collaboration with the City of New York, *The BIG U!* proposal was developed to protect Lower Manhattan from flooding, storms and other effects of climate change [Fig. 12 and 13]. This initiative proposes a system of protection that encompasses the low-lying topography of Manhattan, transforming the waterfront into a large urban park.

The proposal is designed as a continuous protection system of approximately 16 km, adapted to the particularities of each neighbourhood and the services requested by the local communities. Divided into sectors, each compartment is isolated from the others in case of flooding, while providing a space for social and community development, and thus for the city itself. In some sectors, the proposed slope would also provide access to the riverbank for recreational activities, promoting social interaction. It is also proposed to create accessible and pleasant routes over the highway leading to the parks, complemented by salt-resistant trees and plants that promote resilience of the urban habitat, and greatly increase biodiversity.

This urban intervention project has a multifaceted character. The multiple interventions include the creation of parks, the promotion of biodiversity, the development of areas for energy production and the creation of spaces for new uses. These integrated elements enhance the

configuration of a circular urban metabolism, promoting a holistic and resilient approach to urban infrastructure design.

### Collaborative

The relationship between living beings is essential in a city, which must offer a collaborative space. The urban space has to foster interactions between humans, but also with plants and animals, thus creating an environment that values biological diversity. Interactions between different species make it possible for humans, plants and animals to coexist in harmony, benefiting from each other. For example, plants decontaminate soils or clean the air that other species breathe, while humans can care for other species, and, at the same time, wildlife or animals help with pest control. Through these collaborations the urban ecosystem is enriched, strengthening the sense of community. Designing for the benefit of the full range of planetary species - animals, plants, microbes, technobiologies and humans - involves recognising the complexities of multispecies collaboration<sup>32</sup>. A truly collaborative city is one that integrates all its inhabitants, human and non-human, into urban processes promoting a healthy balance for all.

*Roppongi Hills* is an experimental urban development in the heart of Tokyo. The complex was conceived as a way to revitalise a depressed enclave in the centre, not only through economic development, but also by adding much-needed green space in a city suffering from an intense urban heat island effect. In a city with a small number of green spaces, *Roppongi Hills* has 30.8% of its area planted with vegetation by 2024. The vegetation helps to prevent urban heating (heat island effect) during the day, and the surface temperature is 5-15°C lower than the surrounding area.

On the rooftop of the *Keyakizaka* complex, a garden

29. Nature-Based Solutions (NBS) are approaches, actions or processes that use the principles of nature to solve different problems related to territorial and urban management such as climate change adaptation, resource management or food security.

30. Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) are stormwater management and urban planning techniques that aim to mimic hydrological processes in urban development.

31. Mancuso, *Fitópolis: la ciudad viva*, 5.

32. Donna Haraway, *Staying with the Trouble: Making Kin in the Chthulucene*, Experimental Futures. Technological Lives, Scientific Arts, Anthropological Voices (Durham London: Duke University Press, 2016), 14.

has been created where rice, vegetables and other plants are grown and animals live together [Fig. 14]. This city-scale micro-intervention can only be understood as complementary to others, such as the one incorporated in the neighbourhood towers, where city gas is used and turbines are employed to generate electricity. The waste heat generated is supplied to the area for use in air conditioning systems. The result is a 20% reduction in primary energy consumption, a 27% reduction in CO2 emissions and a 45% reduction in nitrogen oxide (NOx) emissions, providing a back-up source of electricity for times of disaster or other emergencies.

Wastewater of relatively good quality is reclaimed and treated to a standard that allows it to be reused. It is then supplied to each building in the form of greywater for purposes such as toilet flushing. This reduces the demand for clean water (tap water) by approximately 30%.

Roppongi Hills has also installed water storage tanks to save rainwater at 14 locations in the area. The result has been a 28% reduction in wastewater volume compared to the volume before the redevelopment of the area. All these systems should be understood as a collaborative system, where one interacts with the others and feeds back into the other, causing a circular metabolism.

### Conclusions for progress towards a plant-based model

The qualities of urban centres together with their actions and practices constitute the principles of a new urban theory, which proposes plant performance and development. The city as an organism that inhabits through microinterventions is based on the generic, flexible and modular structure of plants. Its organism resembles the non-specialised organs of plants through specific operations that assume the same responsibility for their functioning and evolution.

The new urban paradigm is structured precisely like a tree that feeds on small-scale actions to progress, adapt and transform itself. It is a phylogenesis of microactions organised into six subspecies differentiated by the city's own properties [Fig. 15]. The transversal nature of these is reflected in the repetition of the species of microinterventions in the different sections, which at the same time demonstrates their lack of specialisation. Architectural species classified as 'viridis urb+ag+resup+veg' or 'multispecies edif+cub+ag+resup+veg' aim at transforming the city into a green infrastructure despite the fact that they belong to different families.

Microintervening is the way to change the existing model towards a green, multispecies, resilient, self-sufficient, non-specialised and collaborative city. The in-depth study of projects has made it possible to define the principles of a city that for the first time is approached from a point of view where the design favours human beings and the rest of the

species on the same level, a way of designing the posthuman city.

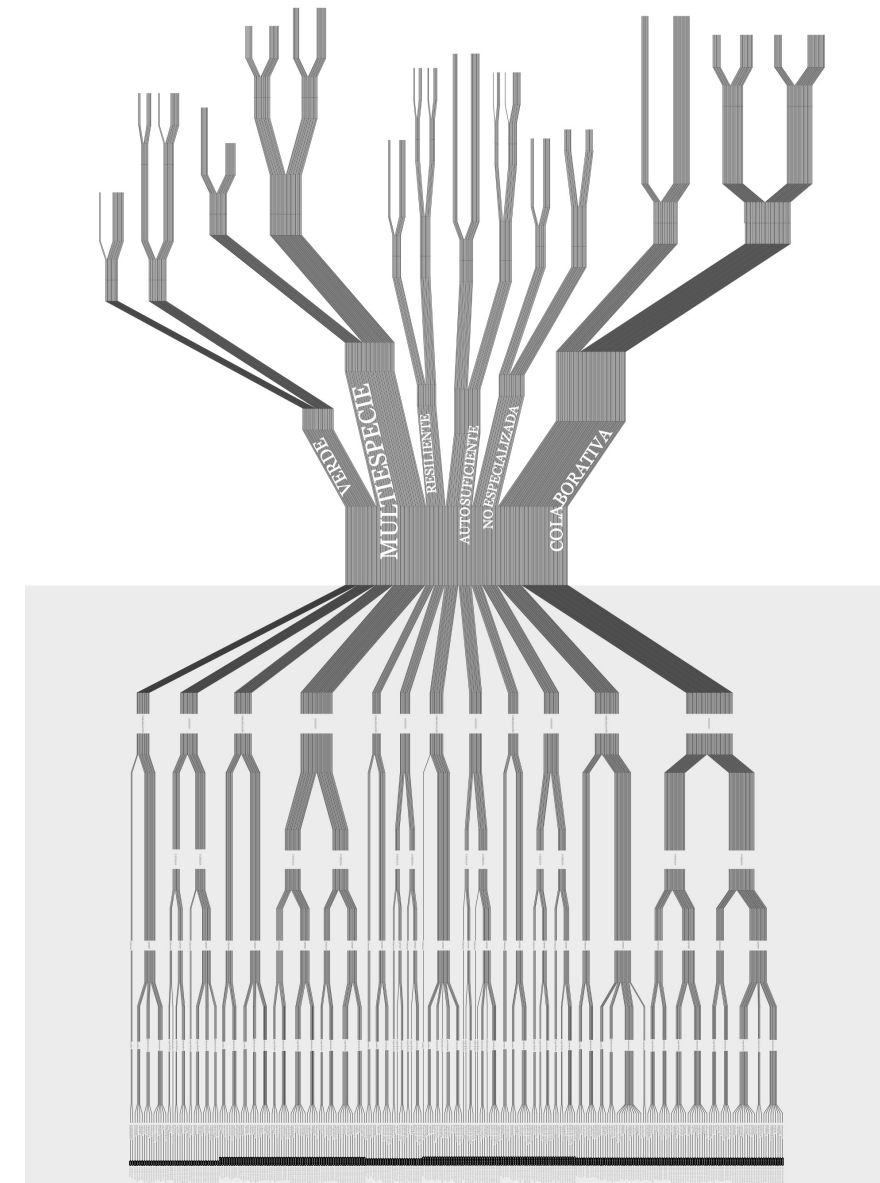
Microinterventions aim to break with cultural idealisation and the dichotomy between nature and artifice, to massively integrate it into the city centre and generate a new urban ecosystem, where all the beings that inhabit it can interact. The city needs to evolve towards permeable surfaces and green structures that foster new forms of life by implementing microinterventions designed to strengthen multi-species justice, and create mechanisms that enable the circular metabolism of the city. Perform small surgeries on urban remnants and turn them into places that promote new ecologies for the proper functioning of the city. The repetitive establishment on preexistences of various microprojects designed from a posthuman and postnatural position, has the aptitude to repair the urban space and turn it into a non-specialised modular organism. These have no value in isolation; it is the sum and accumulation of all the microsolutions that builds a new metabolism of the city, given the complexity and diversity of urban scenarios. In this way, an uninterrupted and synchronised functioning between the interspecies processes of the new ecology is guaranteed. Intervening at a microscale for a new urban theory that is more-than-human, since the simple fact of existing entails coexisting with the rest. As Anna Tsing explains, "to survive we need help, and help is always the service of another, intended or unintended"<sup>33</sup>

33. Anna Lowenhaupt Tsing, *The mushroom at the end of the world: on the possibility of life in capitalist ruins* (Princeton: Princeton University Press, 2015), 57.

### Bibliografía / Bibliography

- Benito, Clara, ed. *La condición postnatural: glosario de ecologías para otros mundos*. Madrid: Cthulhu Books, 2024.
- Gallego Picard, Pablo. "Editorial" *BAC Boletín Académico. Revista de investigación y arquitectura contemporánea*, vol.12 (2022): 8-33. <https://doi.org/10.17979/bac.2022.12.0.9461>.
- Geddes, Patrick. *Cities in evolution: an introduction to the town planning movement and to the study of civics*. Londres: Williams, 1915.
- Girardet, Herbert. *Ciudades. Alternativas para una vida urbana sostenible*. Madrid: Celeste ediciones, 1992.
- Gunawan, Sarah. "Synanthropic Suburbia." Tesis doctoral, University of Waterloo, 2015.

FIG 15. Filogénesis de las especies de microintervenciones arquitectónicas. Fuente: Elaboración propia. / Phylogenesis of architectural micro-intervention species. Source: Created by the authors.



Haraway, Donna J. *Seguir con el problema. Generar parentesco en el Chthuluceno*. Bilbao: Consonni, 2019.

Lerner, Jaime. *Acupuntura urbana*. Barcelona: Institut d'Arquitectura Avançada de Catalunya, 2005.

Mancuso, Stefano. *Fitópolis: la ciudad viva*. Barcelona: Galaxia Gutenberg, 2024.

Schilthuizen, Menno, y Eduardo Jordá. *Darwin viene a la ciudad: La evolución de las especies urbanas*. Madrid: Turner Publicaciones, 2020.

Suomi, Maiju, y Maarit Mäkelä. "Exploring Ecological Relationality Through Architectural Practice." *Research in Arts*

and Education 2024, no. 1 (3 de mayo de 2024). <https://doi.org/10.54916/rae.142537>

Tsing, Anna. *La seta del fin del mundo*. Madrid: Capitán Swing Libros, 2021.

Van der Ryn, Sim, y Stuart Cowan. *Ecological Design. 10th anniversary ed.* Washington, DC: Island Press, 2007.

Van Dooren, Thom. *Flight Ways: Life and Loss at the Edge of Extinction*. New York: Columbia University Press, 2016.

Wolman, Abel. "The Metabolism of Cities" *Scientific American* 213, n. 3 (1965): 178-90. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0965-178>.