

NBS: (NO MÁS) SOLUCIONES (TAN) BASADAS EN LA NATURALEZA

Metabolismos, ecosistemas y otra naturaleza envasada Nieves Mestre

Las más importantes contribuciones de las ciencias ambientales a la arquitectura se adelantaron notablemente al embargo energético del 73 y aún más a la comprobación de los efectos de la ya establecida crisis ecológica. La primera casa solar y los primeros prototipos bioclimáticos se diseñaron en EEUU a finales de los 30, y su mayor desarrollo en Europa tuvo lugar después de la 2ªGM. La crisis energética inauguró después un largo periodo de investigación técnica y normativa orientada a la autosuficiencia o al consumo “casi” nulo -nZEB-.

El reciente protocolo COP 21 ha determinado la capacidad efectiva de la arquitectura para contribuir positivamente al restablecimiento ecológico del entorno y no solo limitarse a ralentizar su deterioro. Las actuales convocatorias europeas de investigación urbana enmarcadas en el plan H2020 dedican buena parte de los fondos (la tercera parte de los 29,6 bn€ destinados a *Retos Sociales*) a la recuperación de ecosistemas urbanos o periurbanos y la generación de economías circulares. La convocatoria específica sobre ciudad recurre con insistencia al acrónimo NBS, que alude a *Soluciones Basadas en la Naturaleza*. Soluciones según el texto, “inspiradas o soportadas” por una naturaleza -aparentemente externa al fenómeno urbano- que deja de ser una posibilidad para convertirse en una prescripción de diseño. Esta normalización de los estándares de diseño ecológico motiva una breve reflexión en el pensamiento ecosistémico anterior y el actual marco político y normativo.

El ambicioso programa aeroespacial anunciado por Kennedy en 1961 animó a la *Ecological Society* a lanzar un ciclo de conferencias para establecer alianzas entre ecólogos, biólogos, investigadores espaciales e ingenieros militares. Hospedado por Princeton University entre 1963 y 65, *Human Ecology in Space Flight* pretendía esclarecer las posibilidades tecnológicas de la llamada *Cabin Ecology*, y su capacidad de reproducir la naturaleza de la biosfera por medios mecánicos. La vida en el espacio llegó a representar una alternativa racional y respetuosa con el medio ambiente a la crisis irracional y destructiva de la Tierra.

Propuestas como las del ecólogo Howard T. Odum consiguieron cuantificar el ecosistema interior de un vehículo espacial, incluyendo los flujos de aire, agua y nutrientes (Anker, 2005).

NBS: (NO MORE) SO- LUTIONS (SO) BASED ON NATURE

Metabolisms, ecosystems
and other canned nature

Nieves Mestre

The most important contributions from environmental science to architecture conspicuously anticipated to the 1973 oil embargo and even more to the verification of the effects of the already established ecological crisis. The first solar house and bioclimatic prototypes were designed in the USA by the end of the 30's, and its major development in Europe took place after World War 2. Later, the energetic crisis opened a long period of technical research and regulations aimed at self-sufficiency or at nearly zero energy (nZEB).

The recent protocol COP 21 determined the architecture's effective capacity to positively contribute to the environmental ecological restoration, not closing only to slow down its deterioration. The current European calls for urban research under the plan H2020 allocate a large part of the funds (one third of the 29.6 billion € allocated for Societal Challenges) for the restoration of urban and peri-urban ecosystems and the creation of circular economies. The specific call about cities insistently resorts to the acronym NBS, for *Nature-based Solutions*. These solutions, according to the text, are “inspired or supported” by a nature -apparently external to the urban phenomenon- which stops acting as a possibility to turn into a prescription of design. This normalization of the ecological design standards inspires a brief consideration about the previous ecosystem approach and the current political and regulatory framework.

The ambitious aerospace program announced by Kennedy in 1961 encouraged the *Ecological Society* to launch a conference cycle to set up alliances between ecologists, biologists, space researchers and military engineers. Hosted by Princeton University between 1963 and 1965, the cycle *Human Ecology in Space Flight* aimed at making clear the technological possibilities of the so-called *Cabin Ecology* and its capacity to reproduce the biosphere's nature by mechanical means. Life in space was even considered as a rational and environmentally friendly alternative to the Earth's irrational and destructive crisis.

Proposals as the one by the environmentalist T. Odum got to quantify the internal ecosystem of a space vehicle, including the air, water and nutrients flows (Anker 2005). But the first one to discover the high profitability for architecture and urbanism of the cabin ecology was Buckminster Fuller. Coinciding with the culmination of the Mercury Project, he starts speculating with the applicability of aerospace management systems to the ecological management of the city and the planet (Anker 2005). Thanks to several sponsorships, the self-sufficiency discourse contained in *Operating Manual for Spaceship Earth* continued to encourage his work during the next decades and had an important influence on a whole clan of designers and architects.

With a strong disciplinary pollution, this period was consolidated as an architectural trend in the late 60's. Hybrid etymologies such as *biotecture*¹ or *arcology*², announce a compulsive cooperation between biology, cybernetics, ecology and engineering. New models of iceberg cities, eatable cities or floating cities arose, where the only available connection came from the natural substratum, whether it was the ocean, the desert or the polar icecap. Proposals such as *Hidrópolis* (1966) or *Iceland* (1964) by Rudolph Doernach were intuitively designed upon the possibility of a geothermal surplus, a challenge for which the discipline still didn't have technical referents.

The urban utopias of metabolism and mega-structuralism didn't take long in proving their unsustainability and were gradually substituted by isolated or prosthetic actions, especially from 1964³. The zenithal

1)
T é r m i n o
acuñado por
el arquitecto
alemán Rudolph
Doernach en
1966. El autor
describe la
arquitectura
como un súper
s i s t e m a
artificial
vivo, dinámico
y móvil. Ver
Doernach,
R. 1966.
Biotecture.
Architectural
Design n° 36
Febrero. Pp:
95-96.



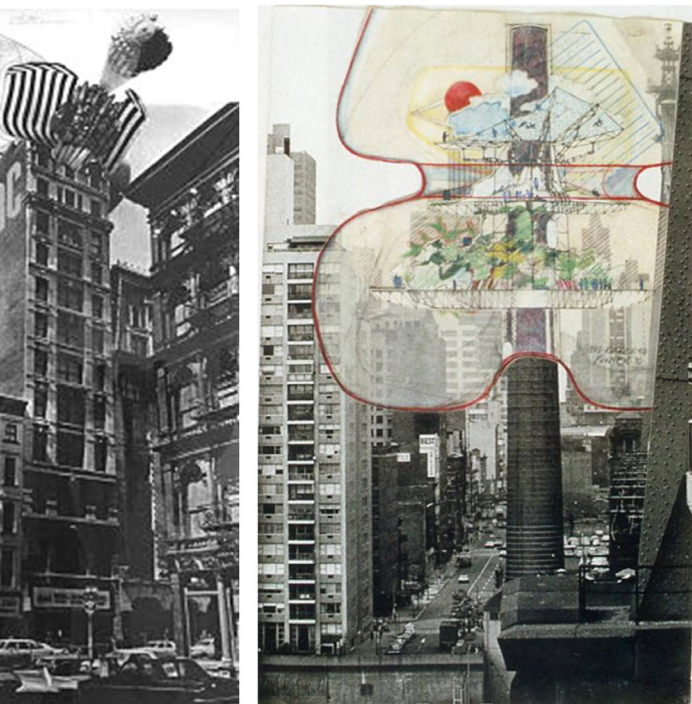


FIG. 1.
Air-Spa Hotel y NY Rooftop
Oasis (ambos de 1971) Haus-
Rucker-Co.

2)
Traducción del término acuñado
por Paolo Soleri en 1972.
Soleri, P. (1973). *The bridge
between matter & spirit: The
matter becoming spirit: The
arcology of Paolo Soleri* (Vol.
876). Anchor Books.

3)
Año que coincide con el boom
de las estructuras neumáticas.
Dessaue, M. 1999. *The
inflatable moment: Pneumatics
and Protest in '68*. Princeton
Architectural Press.

Pero el primero en descubrir la elevada rentabilidad de la ecología de cabina para la arquitectura y el urbanismo fue Buckminster Fuller. Coincidiendo con la culminación de la misión tripulada Mercury, comienza a especular con la aplicabilidad de los sistemas de gerencia aeroespacial para la gestión ecológica de la ciudad y el planeta (Anker 2005). Con distintos patrocinios, el discurso de la autosuficiencia publicado en *Operating Manual for Spaceship Earth* siguió alentando su obra durante las siguientes décadas y tuvo una influencia notable en toda una saga de diseñadores y arquitectos.

Con una fuerte contaminación disciplinar, esta etapa se consolida a finales de los 60 como corriente arquitectónica. Etimologías híbridas como *biotectura*¹ o *arcología*² anuncian una cooperación compulsiva de la arquitectura con la biología, la cibernética, la ecología, o la ingeniería. Nuevos modelos de ciudades iceberg, ciudades comestibles o ciudades flotantes donde la única acometida disponible procede del sustrato natural, ya sea el océano, el desierto o el casco polar. Propuestas como *Hidrópolis* (1966) o *Iceland* (1964) de Rudolph Doernach se diseñaron intuitivamente sobre la posibilidad de un

excedente geotérmico, reto para el que la disciplina aún no tenía referentes técnicos.

Las utopías urbanas del metabolismo y el megaestructuralismo demostraron pronto su insostenibilidad y fueron paulatinamente sustituidas por acciones puntuales o de carácter protésico, en especial a partir de 1964³. Las visiones cenitales de los primeros dejaron paso a escorzos peatonales sobre la ciudad existente y su entorno concreto (figura 1). Las propuestas de la vanguardia vienesa de esta década supieron reunir las referencias del viaje aeroespacial con imágenes de la primera revolución digital (Thomsen 1994). Los oasis de Haus-Rücker-Co. o las nubes de Coop-Himmelblau especulan ya con la posibilidad de hospedarse en un edificio anfitrión. Además de usurpar parte de su energía, estos jardines encapsulados prometen una -aún improbable- regeneración ambiental del entorno inmediato.

Sin embargo ni las estimulantes imágenes de la vanguardia austriaca ni el vigor científico de Buckminster Fuller consiguieron reproducir empíricamente un ecosistema cerrado completo. En idénticas fechas y de nuevo en EEUU, el grupo *New Alchemist* fundado por John y Nancy

Todd se afanaba en el diseño experimental de granjas capaces de producir alimento y procesar residuos, ampliando así el estándar de autosuficiencia estrictamente energética. Sus *Living Machines* (1969) consiguieron producir ecosistemas completos en miniatura, no tan basados en la ecología de cabina como en la capacidad metabólica de los tanques acuícolas y las fosas sépticas del siglo XIX (Schneider 2011). La máquina viviente requería la concurrencia de “un mínimo de 3 sistemas ecológicos” (Todd y Todd 1994: 169), con el fin de garantizar su sostenibilidad en el tiempo. Su diseño implicaba a la vez principios naturales y sintéticos para el correcto desempeño de funciones ecológicas diversas:

producción energética, filtrado o procesado de residuos, regulación climática, o todas simultáneamente. Concebidos como nuevas arcas de Noé, su construcción requería una decidida combinación de máquina y naturaleza.

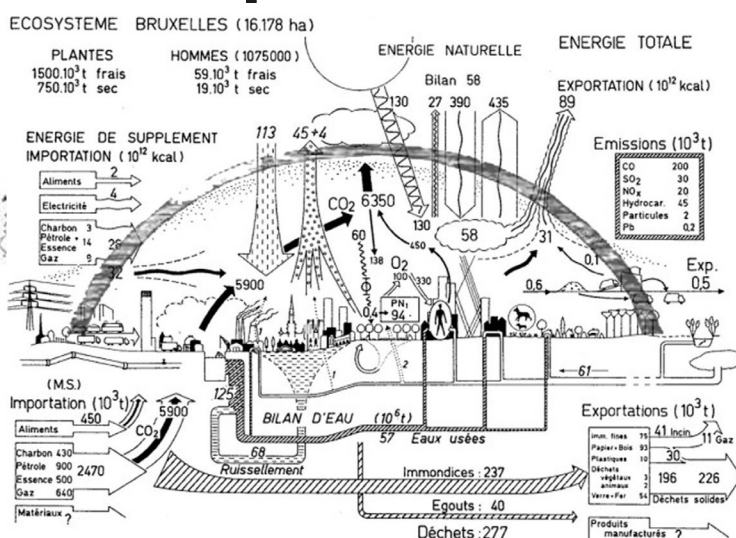


FIG. 2.
Manhatan Dome, B. Fuller y
Shoji Sadao (1960). *Ecosysteme
Bruxelles*, P. Duvigneaud y S.
Denayeyer-De Smet (1970)

La figura 2 muestra la evolución del imaginario urbano de esta prolífica década. Pese a su diferente tamaño, Manhattan y Bruselas se representan a través de dos secciones comparables de aproximadamente tres kilómetros de ancho. En *Dome over Manhattan* (1960) Fuller plantea una geometría antitética al perfil dentado de Manhattan, con la intención de remediar su ineficacia térmica. Según sus cálculos, la nueva estructura conseguía reducir las pérdidas térmicas de la edificación y el suministro energético total en un 20%, y se amortizaría en solo 10 años aun solo considerando los ahorros en maquinas quitanieves (Ibáñez 2012). En ese mismo año el biólogo Paul Duvigneaud fundó en Bruselas el Centro Nacional de Ecología (CNEG) y estableció una serie de estaciones experimentales en el sureste de Bélgica centradas en medir la ecología del bosque maduro. La investigación se ocupó después de registrar los flujos de biomasa y energía entrantes y salientes en la ciudad, y culminó con la publicación de *Ecosystem Bruxelles* en 1971, muy amparada en los diagramas de flujo desarrollados por Odum diez años antes. En apenas diez años la propuesta de Fuller da paso a una revolución conceptual, una redefinición de la agencia del diseño como herramienta para la representación científica y la gestión de los flujos globales (Ibáñez y Katsikis 2014).

Si bien la comprobación empírica del metabolismo basal data del S XVII, el metabolismo urbano no fue comprobado hasta el análisis ecológico de Duvigneaud y Denayeyer, que junto a las teorías de Abel Wolman permitieron en 1974 la incorporación formal del término por la UNESCO. Sus resultados se consideran claves en el posterior concepto de metabolismo circular descrito primero por Ian McHarg (1969) y recuperado por McDonough y Braungart (2002), que promueve abiertamente la cooperación y por tanto supone un antídoto frente a la autosuficiencia energética. Las Soluciones Basadas en la Naturaleza -NBS- recientemente convocadas por el SC5 pueden considerarse herederas de esta investigación.

La aplicación de las NBS en el marco de H2020 implica una fuerte cooperación internacional y disciplinar, previendo en todo caso una rigurosa monitorización de las experiencias piloto en busca de la mayor exportabilidad de resultados. Más allá de sus indudables beneficios, el reto NBS plantea también algunos interrogantes. El primero deriva de la presunción de éxito implícita en dichas “soluciones”, y por tanto la negación de una discusión inicial que presente posibles conflictos o agendas alternativas: una “totemización” o prescriptivismo extremo en torno a la aplicación de *ready-mades* como los sistemas *Bluegreen* -BGS- o *Sponge-City* testados con éxito en determinados tejidos urbanos o climas y empleados en otros como garantía simbólica; el segundo viene de la excesiva amplitud de los impactos esperados sobre la salud, la cohesión social, el clima, las economías locales y un largo etcétera, con un efecto atenuante sobre proyectos que persiguen medidas más concretas; el tercero y último procede de la frecuente literalidad en la re-naturalización de lo urbano, que aunque cuenta con casos de éxito aplicados a periferias degradadas (figura 3), puede suponer una invasión de “las retóricas verdes” por encima de su trascendencia ecológica (Jaque 2008:21).



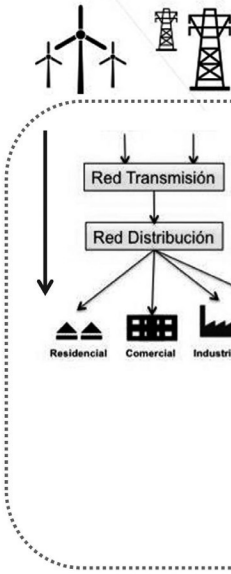
FIG. 3. Queen Elizabeth Olympic Park (East London), antes y después del plan de regeneración periurbana del Londres Olímpico 2012.

visions of the first were replaced by pedestrian foreshortenings in the existing city and its surroundings (figure 1). The Viennese avant-garde proposals from this era knew how to gather the space missions' references and the images of the first digital revolution (Thomsen 1994). The *Oases* by Haus-Rückert-Co and the *Clouds* by Coop-Himmelblau speculated with the possibility of staying in a host-building. Besides using part of its energy, these encapsulated gardens promised a -still uncertain- environmental regeneration of the immediate surroundings.

Fig 1- Air-Spa Hotel and NY Rooftop Oase (both from 1971) by Haus-Rückert-Co.

Nevertheless, neither the stimulating images of the Austrian avant-garde, nor the scientific determination of Buckminster Fuller succeeded in reproducing empirically a closed and complete ecosystem. At the same time and again in the USA, the group *New Alchemist*, founded by John and Nancy Todd endeavoured to design experimental farms capable of producing food and processing waste, widening the standard of strictly energetic self-sufficiency. Their *Living Machines* (1969) succeeded in developing complete ecosystems in miniature, not so based in the *cabin ecology* but in the metabolic capacity of aquatic ponds and septic tanks from the XIX century (Schneider 2011). The living machine needed the concurrence of “at least 3 ecologic systems” (Todd and Todd 1994: 169) in order to guarantee its sustainability over time. Its design implied at the same time natural and synthetic principles for the proper execution of the different ecological functions: energy generation, waste processing or filtering, weather regulating, or the three at the same time. Designed as the new Noah's Ark, its construction implied an ultimate combination of machine and nature.

Figure 2 displays the evolution of the urban collective imagination in this prolific decade. Despite their different sizes, Manhattan and Brussels are represented by two comparable sections of approximately 3 kilometres wide. In *Dome over Manhattan* (1960) Fuller sets out a geometry, antithetic to Manhattan's serrated skyline, with the intention of solving its thermal inefficiency. According to his calculations, the new structure reduced the buildings' thermal loss and the total energy supply by 20% and its cost would be recovered in just 10 years, considering the saving of snowploughs costs (Ibáñez 2012). In the same year, the biologist Paul Duvigneaud founded the



Ecology National Centre (CNEG) in Brussels and installed a series of experimental stations in the southeast of Belgium aimed at measuring the ecology of mature forest. The study registered the biomass and energy flows from and to the city and culminated in the publication of *Ecosystem Bruxelles* in 1971, backed in the flow diagrams developed by Odum ten years before. Barely ten years after, Fuller's proposal led to a conceptual revolution, a redefinition of design as an agent and tool for the scientific representation and the management of global flows (Ibáñez and Katsikis 2014).

Fig 2. Manhattan Dome, B. Fuller and Shoji Sadao (1969). *Ecosysteme Bruxelles*, P. Duvigneaud and S. Denayeyer-De Smet (1970)

Even though the empirical examination of basal metabolism dates from the XVII century, urban metabolism wasn't examined until the ecological analysis by Duvigneaud and Denayeyer, which, together with Abel Wolman's theories, lead to the formal incorporation of the term by the UNESCO in 1974. Their results were the key for the later concept of circular metabolism, described for the first time by Ian McHarg (1969) and recovered by McDonough and Braungart (2002), which openly promotes the cooperation and therefore means an antidote to energetic self-sufficiency. Nature-Based Solutions (NBS), recently called by the SC5, can be considered as the heirs of this research.

The application of NBS in the framework of the H2020 implies a strong international and disciplinary cooperation, always expecting a rigorous motorization of the pilot experiences, in pursuit of the highest exportability of the results. Beyond its obvious benefits, the NBS challenge also raises some questions. The first one deriving from the presumption of success implicit to these "solutions", and therefore, from the denial of an initial discussion that presents possible conflicts or alternative opinions - a "tote-

Es evidente que la introducción de vegetación intensiva en las ciudades puede mitigar la contaminación acústica, reducir los efectos de isla de calor y mejorar la calidad del aire, pero su incorporación indiscriminada también puede motivar algunos efectos ecológicos adversos, aun escasamente recogidos por el estado del arte. Algunas especies de plantas emiten compuestos orgánicos volátiles que pueden aumentar la concentración de partículas y por lo tanto, deteriorar la calidad del aire y sus efectos sobre población sensible. También se ha comprobado que la instalación de especies arbóreas inadecuadas cerca de focos de tráfico puede dificultar la dispersión y deposición de partículas contaminantes además de comprometer la demanda hídrica del entorno (Janhäll 2015; Livesley, McPherson y Calfapietra 2016). Por su parte, la instalación de zonas de césped conlleva grandes cantidades de fertilizantes inorgánicos y orgánicos, que a menudo se infiltran a través del suelo hacia los cauces de aguas subterráneas (ibid). Incluso se ha comprobado que la planificación de espacios verdes para la mitigación de islas de calor puede ser contradictoria con la planificación de parques en términos de justicia ambiental y accesibilidad: muchos árboles pequeños distribuidos no proporcionarán la misma magnitud de enfriamiento que menos arboles grandes situados en puntos estratégicos.

4)
La compleja estratificación de infraestructura y arquitectura de su Città Ideale (1486) se basa en los fluidos anatómicos. A diferencia de las propuestas en planta de Filarete, la suya se concreta a través de una sección y algunas perspectivas. La sección responde a un buen número de problemas de carácter dinámico, como tráfico de mercancías, saneamiento y ventilación. El diseño incluía un sistema de limpieza de la calle con molinos de agua, y un sistema de extracción de humos y aire por encima del nivel de cubierta. Al separar el tráfico de mercancías y residuos del peatonal, el proyecto se adelantó unos 400 años a la propuesta de Ciudad Vertical de Ludwig Hilberseimer.

Las soluciones basadas en la naturaleza se han exportado durante siglos a la arquitectura y el diseño industrial, mucho antes de la demostración científica de su viabilidad. Leonardo da Vinci fue un pionero en aplicar modelos orgánicos a construcciones mecánicas para analizar y mejorar su rendimiento. Más allá de similitudes ópticas más o menos obvias, sus analogías orgánicas le permitieron perfeccionar no pocas invenciones, como máquinas de volar o navegar, incluso sistemas urbanos completos⁴. Sin embargo, lo mecánico en Leonardo no era un sistema independiente de lo natural, sino más bien una prolongación artificial de lo orgánico.

Podría decirse que este "naturalismo sintético" es inherente a la posmodernidad temprana, cuya base es la réplica de componentes naturales procesados de forma artificial (Kallipoliti 2010:19). Una ecología de base bricolagista con digestores, jardines hidropónicos, paneles solares y otros componentes que otorgaban capacidades productoras inéditas para la arquitectura. Lo biomimético no se modela de acuerdo

a componentes sino a procesos naturales, por lo que su resultado final puede perder una semejanza reconocible con lo natural. Mucho más reciente en su definición, el diseño biónico o el morfogenético se refieren a tecnologías adaptativas "cuyo funcionamiento simula el de los seres vivos" (Hagan 2001: 43), muy próximos a los presupuestos ecosistémicos de Todd en los tempranos 70.

La comprensión del crecimiento auto-organizativo y la dinámica estructural de las plantas siguen aportando datos esclarecedores para una revisión ecosistémica del diseño arquitectónico y urbano. A diferencia de lo que se había pensado hasta ahora, la alta resistencia

estructural de los sistemas naturales no se basa "en la eficiencia y la estandarización, sino en la redundancia y la diferenciación" (Weinstock 2007: 27; Spuybroek 2008). Derivados de la morfogénesis,

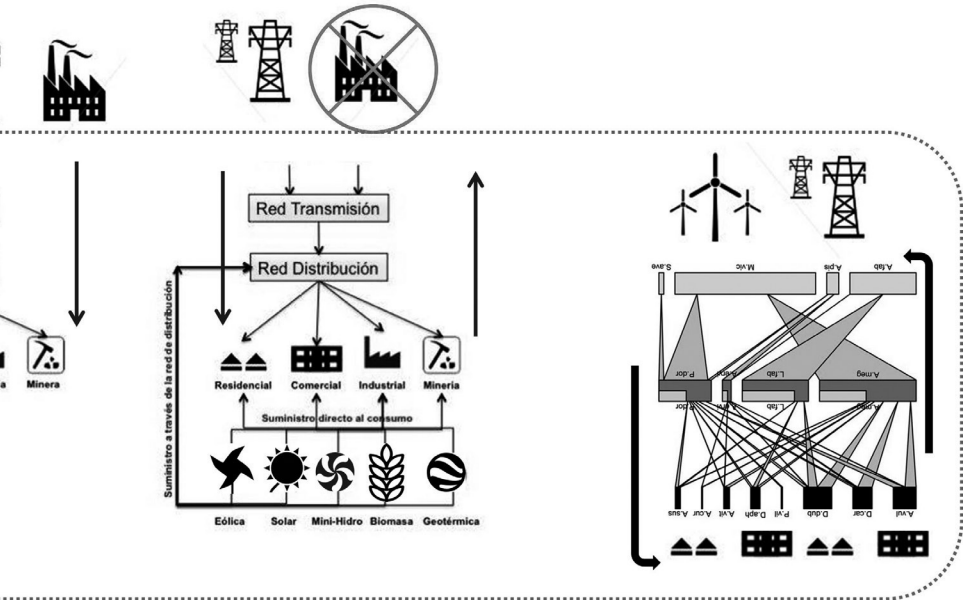


FIG. 4.
Diagrama comparativo de una infraestructura energética convencional de generación centralizada, generación distribuida y red redundante cooperativa.

conceptos como heterogeneidad, agregación o polimorfismo vinculan cuestiones de fabricación formal con otras de rendimiento energético.

La crisis medioambiental exige generar analogías integrales que pongan en relación las estructuras de lo orgánico, lo ecosistémico y lo tecnológico. En lugar de actuar como un ensamblador de patentes, tomando prestados los componentes de una cultura artificial, el diseñador debe tener en cuenta el funcionamiento global de los ecosistemas en los que interviene. El objetivo es revelar el metabolismo no como un proceso natural configurado automáticamente a medida que se desarrolla la urbanización, sino como un “esfuerzo laborioso y altamente asimétrico” entre los sistemas sociales y ambientales (Ibáñez & Katsikis 2014:8) Esta aproximación nos permitiría considerar que en el futuro ya solo serán posibles sistemas indisolubles de tecno-naturaleza.

Según se muestra en la figura 4, la revisión ecosistémica descrita se encuentra de frente con el modelo energético actual, basado en grandes plantas productoras exógenas y una red de distribución unidireccional. Desde la propuesta de Duvigneaud, muchas agendas han marcado la obsolescencia de dicho modelo y la necesidad de introducir transformaciones sustanciales. Una de ellas sería establecer precisamente las relaciones significativas entre ámbitos demandantes y disipadores de energía en el conjunto de entidades urbanas y con ello sus posibles compatibilidades⁵. Esto conllevaría un nuevo tipo de infraestructura, “que operaría a menor escala que nuestras actuales redes energéticas” y permitiría aumentar la resiliencia urbana (Van den Dobbelsteen 2010: 268).

Cifras aparte, dicha transformación de la red energética obligaría a su vez una serie de cambios normativos: la acentuación del ciclo sobre la forma, y de la asociación híbrida sobre las tipologías puras. Su mayor dificultad reside en mejorar el desacuerdo histórico entre las ciencias del confort, el clima y la ciudad, muy en concreto la desconexión entre políticas urbanas y códigos técnicos de la edificación. Por un lado la normativa de confort habitual en Europa⁶ sigue considerando el edificio como entidad autónoma y aislada –o *sobre-aislada*– para reducir la demanda en calefacción, lo que motiva en muchos casos que el edificio dedique la mayor parte de su energía a ventilación o enfriamiento. Por otro lado las ordenanzas occidentales han sancionado la superposición de usos y tipologías diversos en virtud de supuestos efectos negativos sobre la habitabilidad; aunque existen algunas ordenanzas en Norteamérica y norte de Europa que favorecen el agregado multifuncional, no existen aún figuras urbanísticas específicas para cuantificar el *mixed-use* ni evidencias de cómo capacitarlo para la cooperación en términos ecológicos (Evans et.al. 2005).

De vuelta al referente natural, una correcta interlocución de evolución técnica y tipológica permite los ecosistemas maduros crear redes de interdependencia “residuo cero”. Frente a la baja eficiencia de metabolismos primarios –como la fotosíntesis o la digestión–, es sorprendente la elevada optimización que sucede en el procesamiento de residuos procedentes de otras partes del sistema (Marsh y Khan 2011). El reto se encuentra pues en la agencia de diseño sobre una “ecología del exceso” (Gilabert 2010), donde el problema de la superabundancia de residuos y emisiones supera ya al de la escasez de recursos energéticos. Según algunas agendas el principal obstáculo para el pensamiento ambiental es precisamente una idealización romántica de

5)
Los supermercados requieren de refrigeración casi todo el año, y suelen ocupar los pisos bajos de edificios residenciales con demanda complementaria de calefacción. Similar complementariedad se produce en otros usos como centros de cálculo e invernaderos.

6)
A este respecto es interesante la recomendación –no prescriptiva– del SIA (Estándares Suizos de la Construcción) de calefactar los distintos espacios de la vivienda a temperaturas distintas según el grado de arropamiento.

misation” or extreme prescriptivism around the application of ready-mades as the *Blue-green systems* (BGS) or *Sponge-City*, successfully tested in given urban fabrics or climates and used in many others as a symbolic guarantee. The second one derives from the excessive broadness of the impacts they’re expected to have on health, social cohesion, climate and local economies just to mention a few, which entails a mitigating effect on projects pursuing more specific measures. The third and last comes from the frequent literacy about the re-naturalisation of the urban elements, which, despite the existence of successful cases applied to urban degraded peripheries (figure 3), can imply an invasion of “green rhetoric” beyond its ecological transcendence (Jaqu 2008:21).

It’s clear that introducing intensive greenery into cities can help mitigating noise pollution, reduce the heat-island effect and improve the air’s quality, but its indiscriminate use can also unchain adverse ecological effects, barely mentioned in the state of the art. Some species of plants emit volatile organic compounds which can increase the levels of particle concentration and therefore deteriorate the air’s quality and have effects on sensitive population. It’s also been proved that planting the wrong species of trees next to traffic hubs can complicate the dispersion and deposition of polluting particles as well as endanger the surroundings’ water demand (Janáll 2015; Livesley, McPherson and Calafapietra 2016). In turn, installing lawn areas entails the use of great amounts of organic and inorganic fertilizers, which frequently filter through the soil reaching the subterranean water courses (ibid). It’s even been proved that planning green areas in order to mitigate the heat-island effect can contradict the planning of parks in terms of environmental justice and accessibility: many small trees randomly distributed don’t provide the same cooling effect than less bigger trees placed in strategic points.

Fig 3_Queen Elisabeth Olympic Park (East London) before and after the peri-urban regeneration plan for the 2012 Olympics.

Nature-based Solutions have been applied to architecture and industrial design for centuries, far before the scientific demonstration of their viability. Leonardo da Vinci was the first to apply organic models into mechanical constructions in order to study and improve their performance. Apart from the optic similarities more or less evident, his organic analogies helped him perfecting more than a few inventions, such as flying and sailing machines, or even complete urban systems⁴. However, Leonardo’s mechanics were not a system independent from the natural, but more like an artificial prolongation of the organic.

We could say that this “synthetic naturalism” is inherent to early post-modernity, whose basis is the imitation of natural components processed in an artificial way (Kallipoliti 2010:19). A do-it-yourself-based ecology, with digesters, hydroponic gardens, solar panels and other components providing productive capacities unknown for architecture. Biomimetic elements are not developed depending on components, but on natural processes, therefore the final result can lose its recognisable similarity to nature. Being more recent in their definitions, bionic and morphogenetic design refer to adaptive technologies “whose working simulates the living

beings" (Hagan 2001:43), very close to the ecosystemic proposals by Todd in the early 70's.

The understanding of self-organized growth and the structural dynamic of plants still give us enlightening data for an ecosystemic reviewing of architectural and urban design. Unlike what was thought until now, the high structural resistance of natural systems is not based on "efficiency and standardization, but on redundancy and differentiation" (Weinstock 2007:27, Spuybroek 2008). Deriving from morphogenesis, concepts as heterogeneity, aggregation or polymorphism link formal manufacturing issues with energy performance ones.

The environmental crisis demands the generation of integral analogies putting into contact the organic structures and the ecosystemic and technological elements. Instead of acting as a patent assembler, borrowing components from an artificial culture, the designer must bear in mind the global functioning of the ecosystems. The objective is to reveal metabolism not as a natural process automatically-set up while the urbanisation process develops, but as a "laborious and highly asymmetric effort" between the social and environmental systems (Ibáñez & Katsikis 2014:8). This approach permits to consider that in the future only indissoluble techno-nature systems would have place.

Fig. 4 Comparative diagram of a conventional centralized-generation, a distributed-generation and a redundant cooperative network energy infrastructure.

As seen in figure 4, the described ecosystemic model comes up against the current energetic model, based on big exogenous power plants and a unidirectional distribution network. From Duvigneaud's proposal, many opinions have pointed out the obsolescence of the model and the urge to introduce substantial changes. One of them would be the precise establishment of significant relationships between demanding areas and energy dissipators within the urban entities and, with this, of their possible compatibilities⁵. This would entail a new type of infrastructure, "that would operate at a smaller scale than our current energy networks" and would increase urban resiliency (Van den Dobbels-teen 2010:268).

Numbers aside, the transformation of the energy network would result in a series of normative changes: the prioritization of the cycle over the form, and of the hybrid association over the pure typologies. Its major difficulty lies in solving the historical disagreement between the sciences of comfort, the climate and the city, more specifically the lack of connection between urban policies and technical codes of building. First, Europe's common comfort regulations⁶ still consider the building as an isolated -if not over-isolated- and autonomous entity in order to reduce the heating demand. But in many cases, this results in the building allocating most part of the energy for ventilation or cooling. Second, occidental regulations have penalised the overlapping of diverse uses and typologies according to its assumed negative effects on habitability. Although there are some regulations in North America and the north of Europe favourable to multifunctional aggregations, there isn't any specific urban figure for quantifying the mixed-use or any evidence about how to use it for the cooperation in terms of ecology (Evans et. al. 2005).

Back to the natural referent, a correct dialogue about technical and typological evolution permits mature ecosystems to create "zero waste" interdependence networks. Unlike the low efficiency of primitive metabolisms -such as photosynthesis and digestion-, the high optimization taking place in the waste processing from other parts of the system is surprising (Marsh and Khan 2011). The challenge resides in actuating from design over the "ecology of excess" (Gilabert 2010), where the problem of waste and emissions overabundance surpasses the one of lack of energy resources. According to some opinions, the main obstacle for environmental thinking is actually the romantic idealisation of nature itself. Instead of invoking the nature to treat what humanity has damaged, this *ecology without nature* (Morton 2007) broadens our understanding of the biosphere and proposes a new form of ecological criticism, a sort of "dark ecology" far from the green (ibid:187).

la naturaleza en sí. En lugar de invocar lo natural para sanar lo que la humanidad ha dañado, esta *ecología sin naturaleza* (Morton 2007) amplía nuestra comprensión de la biosfera y propone una nueva forma de crítica ecológica, una suerte de "ecología oscura" alejada de lo verde (ibid: 187)

-
- Anker, P. (2005): *The ecological colonization of space*, Environmental History, vol. 10, núm. 2, pp. 239-268.
 - Evans, G., Foord, J., Porta, S., Thwaites, K., Romice, O., & Greaves, M. (2007): *The generation of diversity: mixed-use and urban sustainability. Urban Sustainability through Environmental Design. Approaches to timepeople-place responsive urban spaces*, pp. 95-101.
 - Gilabert, E. F. (2010): *Ecologies of Excess: An Excerpt from a 22nd Century Architecture History Class*, Architectural Design, 80(6), pp. 72-79
 - Hagan, S. (2001): *Taking shape. A New Contract between Architecture and Nature*, Oxford, Butterworth Heinenmann.
 - Ibáñez, D., & Katsikis, N. (Eds.). (2014): *Grounding Metabolism*, Harvard University GSD.
 - Ibáñez, D. (2012): "Thermodynamic Archaeologies of the Future", En Abalos, I. e Ibáñez, D. (Eds.) *Thermodynamics applied to highrise and mixed use prototypes*, Harvard University GSD, pp. 121-124.
 - Janhäll, S. (2015): *Review on urban vegetation and particle air pollution-Deposition and dispersion*, Atmospheric Environment, 105, pp. 130-137.
 - Jaque, A. (2008): "Ecologizar no es verdear", En García-Germán, J. y Martínez-Peñalver, C. (Eds.) *Contextos 2008. Hacia un nuevo entorno energético*, UCJC, Madrid. pp. 19-24.
 - Kallipoliti, L. (2010): "No more Schisms", *EcoRedux. Design Remedies for an Ailing Planet*, AD, vol 80 nº 6, pp. 14-24.
 - Livesley, S. J., McPherson, E. G., & Calfapietra, C. (2016): *The urban forest and ecosystem services: Impacts on urban water, heat, and pollution cycles at the tree, street, and city scale*, Journal of environmental quality, 45(1), pp. 119-124.
 - Marsh, A., & Khan, A. (2011): *Simulation and the future of design tools for ecological research*, Architectural Design, 81(6), pp. 82-91.
 - McHarg, I. L., & Mumford, L. (1969): *Design with nature*, New York: American Museum of Natural History.
 - Morton, T. (2007): *Ecology without nature: Rethinking environmental aesthetics*, Harvard University Press.
 - Schneider, D. (2011): *Hybrid nature. Sewage treatment and the contradictions of the industrial ecosystem*, MIT Press.
 - Spuybroek, L. (2008): *Machining architecture. The Architecture of Continuity. Essays and Conversations*, V-2 Publishing, pp. 184-208.
 - Thomsen, C. W. (1994): *Mediarchitecture. The Viennese Avantgarde of the "60s and Beyond"*, Architecture and Urbanism, no.289, Octubre.
 - Van den Dobbels-teen, A. (2010): *Synergy, Not Autarky. Green Dream. How Cities can outsmart nature*, The Why Factory & Nai Publishers, Rotterdam, pp. 266-270.
 - Weinstock, M. (2006): *Monsters and Morphogenesis. On Differentiation, Hierarchy and Energy in Natural Systems*, Arte, Arquitectura y Sociedad digital, Jornadas II. Marzo, pp. 129-132.