



**Ciudad y oportunismo energético. Solapes y vacíos
entre la ordenanza urbanística y los códigos técnicos
en materia de energía**

Autor: Nieves Mestre Martinez

Institución: Universidad Europea de Madrid

Resumen

El híbrido como resultante de la adición y re-ocupación de estructuras existentes se identifica con acciones espontáneas, no reguladas, disidentes respecto al ímpetu normativo de la cultura occidental. Las ordenanzas urbanas en estos contextos han evitado por definición el solape de usos y tipologías diversos por sus (aparentes) efectos negativos sobre la habitabilidad del entorno construido (sombras arrojadas, afección de ruido, usos incompatibles, emisión de residuos, discordancias estéticas...). Pero a la vez que se han impedido dichos efectos, también han reprimido un buen número de colindancias beneficiosas en términos energéticos: excedentes térmicos, inercia térmica o estructural, apantallamiento acústico, solar o aerodinámico, etc... Pese a este absentismo histórico, recientes ordenanzas en Norteamérica y Norte de Europa empiezan a favorecer el agregado multifuncional por sus beneficios sobre la salud urbana (Marini 2008).

Pero la catalogación y localización de entornos excedentes de energía no ha sido incluida hasta ahora en los planes estratégicos de nuestras ciudades. Los edificios siguen considerándose entidades autónomas, diseñadas de acuerdo a códigos técnicos muy estrictos, que por lo general redundan en el sobre-aislamiento térmico de la envolvente. Si las restricciones técnicas de la construcción se hibridasen con una regulación urbanística de colindancias, se conseguirían entornos urbanos más sostenibles. Uno de los requerimientos esenciales sería establecer precisamente las relaciones significativas entre ámbitos demandantes y disipadores de energía en el conjunto de la ciudad y detectar posibles usos compatibles. Esto requeriría de 'un nuevo tipo de infraestructura, que operaría a menor escala que nuestras actuales redes energéticas' (van den Dobbelen 2010: 268). La comprensión de la ciudad como suma de unidades híbridas subvierte la habitual identificación de manzanas o bloques y supone un método muy fiable de análisis de sostenibilidad urbana.

1. Introducción

La adición o re-ocupación de entidades arquitectónicas o urbanas existentes no es un tema novedoso. De hecho puede asociarse históricamente con acciones espontáneas, no reguladas, por tanto disidentes respecto al ímpetu normativo¹ de la cultura urbanística occidental. En occidente las ordenanzas han sancionado la superposición de usos y tipologías diversos con un diseño de ciudad heredero del funcionalismo moderno. Así se ha evitado la aparición de supuestos efectos negativos sobre la habitabilidad del entorno construido: sombras arrojadas, emisión acústica o lumínica, servidumbres de acceso, emisión de residuos, e incluso discordancias estéticas. Pero estas prescripciones también han reprimido detectar un buen número de colindancias que podrían considerarse como beneficiosas en términos energéticos: amortización de excedentes térmicos, aprovechamiento de inercia térmica o estructural de una entidad sobre otra, apantallamiento acústico, protección solar o aerodinámica, etc... Pese a este absentismo histórico, recientes ordenanzas en Norteamérica y norte de Europa empiezan a favorecer el agregado multifuncional por sus probados beneficios sobre la salud urbana (Marini 2008).

2. Oportunismo urbano: Made in Tokio.

Aunque el edificio híbrido como entidad coexiste con el monofuncional desde los orígenes de la Modernidad, las monografías sobre esta tipología no son abundantes. Sin citarlo explícitamente Reyner Banham es el primer autor que analiza este fenómeno urbano, amparado bajo el término “megaestructura”². No será hasta 1985 cuando Joseph Fenton recoja en *Hybrid Buildings* la primera investigación monográfica explícita sobre el fenómeno tipológico. *This is Hybrid*, editado por A+T, es en 2011 uno de los últimos textos en incorporarlo explícitamente, y su estructura en cierta forma replica su antecesor. Estos textos analizan los móviles estratégicos y las consecuencias formales de la mixtura programática, pero ni hacen alusión a otras formas de hibridación más allá del uso, ni explicitan los beneficios económicos, energéticos o ecológicos promovidos por dichas agregaciones.

A diferencia de las occidentales, las ordenanzas japonesas³ no están reguladas por usos sino por intensidades, y permitirán el arraigo de una singular forma de hibridación urbana. *Made in Tokyo*, publicado por Momoyo Kaijima y Junzō Kuroda 15 años después del

¹ Con la *Carta de Atenas* redactada en el IV Congreso Internacional de Arquitectura Moderna y publicada en 1942 por Jose Luis Sert y Le Corbusier, el urbanismo moderno apuesta por la separación de usos en el territorio. *Sin embargo* en la ciudad antigua, reivindicada por Aldo Rossi o Robert Venturi en la posmodernidad, no existe esa ingenua correspondencia entre forma y función. Rossi, A. y Eisenmann, P. 1982. *Architettura della Città*. MIT Press.

² Banham, R. 1976. “*Megastructures, Urban future of the recent past*”. MIT Press

³ Paradójicamente este también ha sido lugar común de muchas arquitecturas comerciales de gran formato, principalmente en Japón y EEUU.

catálogo de Fenton, presenta una arqueología alternativa de una ciudad opuesta⁴. A diferencia de los anteriores, no se trata de un catálogo sino de un libro-guía: los casos tipo se registran con rigor desprejuiciado en torno a ciertas categorías, y se disponen por orden cronológico y no espacial. Sin emplear el término híbrido⁵ explícitamente, el catálogo hace una exhaustiva recopilación de arquitecturas anónimas generadas por agregación.

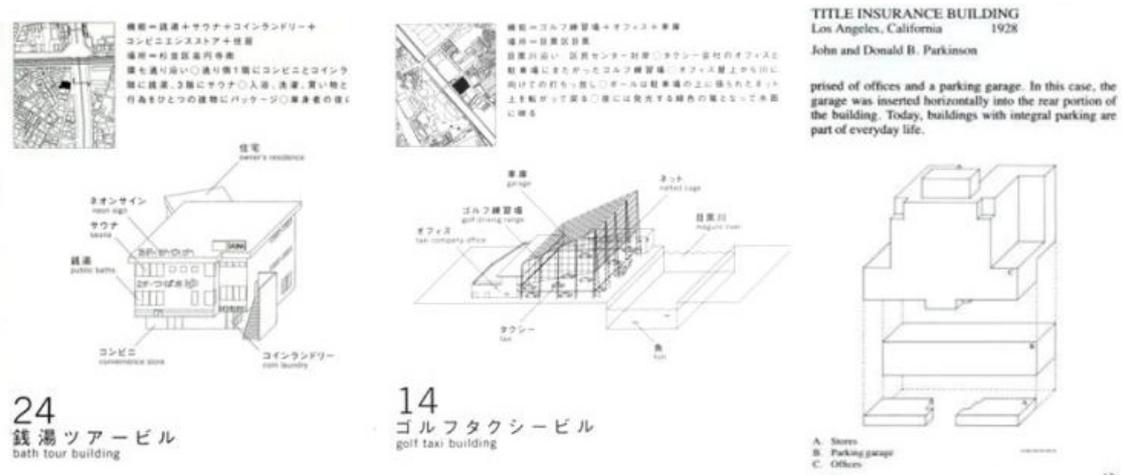


fig. ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.. Imágenes comparadas de los híbridos registrados en las monografías de Kajijima/Kuroda (2001) y Fenton (1985).

Las diferencias de éste con el híbrido occidental son muy evidentes. En primer lugar ya no es un diseño planificado, sino espontáneo: se inscribe en una ciudad generada por apilaciones, mezclas y sustracciones, que obedece sin complejos y de manera convulsa a las leyes del mercado. Una explosión de híbridos de mutua conveniencia y generación espontánea, cuya única regla sintáctica es la ley del mínimo esfuerzo.

En segundo lugar el híbrido de *Made in Tokio* ya no vincula funciones sino categorías escalares tan diversas como las relativas a paisaje, infraestructura, arquitectura o mobiliario urbano. A diferencia de la consideración escalar de Fenton, este agregado transgrede los límites escalares propios de la arquitectura, el urbanismo y el paisajismo: una negociación anti-histórica entre los sistemas estancos de la disciplina arquitectónica⁶. El uso, lejos del concepto clásico de función, se refiere a la utilización efectiva o actividad

⁴ Una ciudad que numera los inmuebles en función del tiempo y no del espacio. En Japón, se nombran las intersecciones y no las calles. Una cultura radicalmente opuesta a la occidental. Ver Hall, E. T. 1966. *The hidden dimension*. Garden City, Nueva York.

⁵ En todo el texto se recoge tan solo dos veces. Su inclusión permite acuñar “el híbrido cross-categorico”, definido por una “inesperada adyacencia de funciones” (Kuroda y Kajijima op.cit: 11).

⁶ Esta condición de híbrido como combinación de entidades escalares diversas ha sido posteriormente constatada. Ver Pinto de Freitas, R. 2011. “Arquitectura híbrida e Infraestructura”, *Quaderns* nº 262.

registrada en el edificio –*software*-. Esta actividad tiene paradójicamente la capacidad de operar como aglutinador de varias categorías o estructuras adyacentes.

Por último, la investigación demuestra que la mayor divergencia entre dichas categorías revierte en una mayor oportunidad de aprovechamiento ecológico: los entornos resultantes se denominan no por casualidad “unidades ambientales” (Kuroda y Kaijima *op.cit.*: 11, 12). Una entidad que combina categorías distintas tiene más capacidad de alojar sucesos urbanos que otra surgida de la unión de unidades similares. Si esta cooperación implica duplicación estructural, el potencial híbrido se aumenta aún más. El texto supera así la consideración funcionalista del híbrido e introduce su potencial para obtener beneficio ambiental recíproco –simbiótico- entre las partes asociadas.

Sus principales atributos ya no aluden al programa sino que son nuevos parámetros como densidad o complejidad, posición en la trama viaria, o dimensión micro o macro-estructural (Kuroda y Kaijima 2001). Las funciones clásicas de la arquitectura se travisten por completo y a cada elemento espacial se le otorga un segundo papel. Esta duplicación permite reutilizar los subproductos espaciales -cubiertas, medianeras, etc...- a través del concepto de escalado automático. Todos los componentes implicados operan por un ajuste dimensional previo -en altura, anchura o longitud- ocupando los vacíos adyacentes⁷. Esos vacíos⁸ son subproductos de la urbanización convencional, y barren un nutrido grupo que va desde nudos de autopistas hasta medianeras, cubiertas, o depósitos.

Las categorías descritas actúan como vínculos activos y, lejos de una catalogación cerrada, definen una serie basada en múltiples combinaciones y categorías cruzadas⁹. Estos órdenes, como otra novedad, tienen carácter temporal. Sus vínculos pueden estar activados o desactivados en un momento concreto. De hecho, se constata que todos los ejemplos del libro tienen al menos un vínculo en estado apagado. Con los tres vínculos activados solo hay una solución posible. Con alguno desactivado, las posibilidades de hibridación se elevan al cubo, generando una gran libertad para el proyectista.

La defensa de la megaestructura híbrida enunciada por Reyner Banham en 1976, se completa con la reivindicación no funcional del fenómeno realizado por *Made in Tokyo* en 2001. Enunciado como manifiesto frente a la *machine a habiter* moderna, *Made in Tokio* celebra la posibilidad de habitar la máquina¹⁰. La ciudad asiste a la reactivación

⁷ Los autores consideran esta ocupación compulsiva de lo existente -prótesis urbana- como una propuesta antagónica al reputado Plan de Kenzo Tange para la Bahía de Tokio (1960), que rehúye actuar sobre la ciudad existente y se extiende sobre un espacio natural adyacente.

⁸ El horror vacui se plantea en el texto como síntoma de la cultura japonesa. Pero el potencial del vacío en el proyecto ha sido también advertido y explorado desde el urbanismo occidental por figuras como Gordon Matta Clark o Alison y Peter Smithson. Matta Clark, G. 1973-74. *Reality properties: Fake Estates*. Smithson, A. y P. 2001. *The Charged Void*. Monacelli Press.

⁹ Poniendo como ejemplo el combate mixto de boxeo-lucha que tuvo lugar el 26 de junio de 1976, el libro hace apología del mestizaje, rompiendo la estructura autorreferente de los deportes de lucha modernos (*ibid.*).

¹⁰ El concepto de máquina habitable como híbrido será abordado con detenimiento en Todd, N. y Todd, J. 1994. *From eco-cities to Living Machines*. Principles of ecological design. North Atlantic Books, California.

espontánea de grandes infraestructuras -productoras de energía o redes de transporte- mediante usos compatibles y estructuras superpuestas. Sus presupuestos suponen el desplazamiento de interés de la metáfora biológica de la hibridación –Fenton- a la de la cooperación simbiótica – Kuroda y Kaijima-.

3. Arquitectura de ciclos: de la eficiencia a la ecología.

El símil biológico ha sido una constante en las agendas de diseño ecológico de la arquitectura y el urbanismo desde el embargo energético de los 70. Su discurso se ha centrado por lo general en criterios de eficiencia en torno al agotamiento de las fuentes de energía. Pero en términos estrictos, el símil con un ecosistema requiere la consideración simultánea de autoabastecimiento energético y procesado de residuos –ya sean sólidos, líquidos o gaseosos-. El primero estaría referido a la regulación de las “trayectorias termodinámicas” y el segundo a la explotación de los “procesos metabólicos” (Fernández Galiano 1990: 34-38). Esta condición otorga a la arquitectura una capacidad infraestructural que superpondría las agendas respectivas del bioclimatismo y la ecología.

La asociación simbiótica, poco extendida en la práctica arquitectónica, está ya claramente aceptada en el ámbito de la industria. La simbiosis industrial se basa en reutilizar el excedente de residuos de una entidad productiva como materia prima para otra entidad receptora. Aunque la “cantidad de residuos” requerida para la simbiosis industrial podría resultar contradictoria con las políticas verdes de las grandes empresas, ambas políticas son en realidad complementarias (Bermejo 2005: 258). Dicho excedente resuelve la incapacidad práctica de la eficiencia estricta para alcanzar una huella ecológica nula (*ibid.*).

Un buen ejemplo de simbiosis urbana es el diseñado por city LAB y Robert Sherman en 2011 para el proyecto *Chia Mesa: una granja hidropónica y una estación de biodiesel* se acoplan sobre un centro comercial preexistente. La tecnología hidropónica sirve como sistema de acondicionamiento natural al edificio y además proporciona residuo orgánico que será empleado como fuente de energía para la estación adyacente (White y Pryzbylski 2010).

Si en lugar de procesar residuo sólido se trata de excedente térmico, la condición de colindancia física entre partes es aún más exigente. La empresa holandesa *Parthenon* propone la asociación simbiótica entre servidores de datos e invernaderos de gran escala¹¹ (ver fig. 2). El calor producido por las unidades de potencia puede bien ser amortizado en tiempo real para acelerar el crecimiento de las plantas, o bien ser acumulado en un acuífero subterráneo para demanda estacional¹². El CO² emitido por el centro de cálculo se inyecta a los cultivos como fertilizante. Otro ejemplo de simbiosis térmica se encuentra en el complejo deportivo de la ciudad holandesa de Den Bosch, con una pista de hielo adyacente a una piscina cubierta. La energía producida por el invierno

¹¹ También puede ser empleado -transformado en frío- para la refrigeración de los servidores en verano. Ver <www.cyclifier.org>.

¹² Todo el proceso se realiza a través de una central de cogeneración intermedia: el proceso combinado evita tener que volcar la electricidad a la red, dado que existe un flujo constante de producción-demanda.

artificial permite calentar el ambiente del verano sintético¹³ (Van Hinte et. al. *op.cit.*). Esto supera el paradigma de la autosuficiencia y se acerca al de la ecología (Branham 2010)

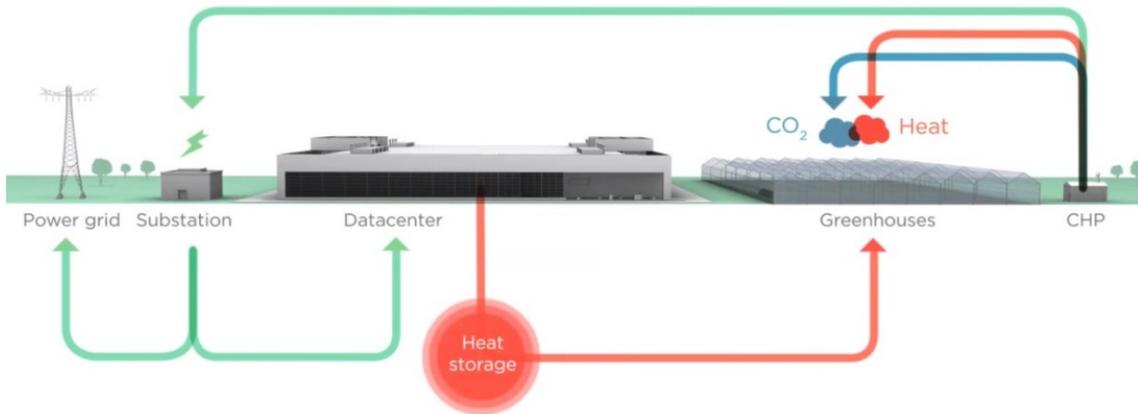


fig. 2. Asociación simbiótica entre producción y demanda energética entre Centro de datos e Invernadero agrícola. Empresa Parthenon.

Pese al interés del sistema, la posición relativa de los sistemas implicados en este caso no favorece un funcionamiento termodinámico óptimo¹⁴. En este sentido, la morfología de los ecosistemas ofrece muchas claves de diseño exportables: pese a la aparente horizontalidad del paisaje, el vector vertical es el más frecuente en la naturaleza. Si escogemos un límite de estudio que incluya producción (P) y consumo de energía (R), veremos que ambas se estratifican a lo largo de un vector vertical, definido por la radiación solar que incide desde arriba y la acción de la gravedad que opera en sentido contrario (Odum 1971). La transferencia de nutrientes y residuos se produce en sentido ascendente y descendente sin aporte energético exterior¹⁵. El transporte horizontal se considera una modificación externa a dicho ecosistema con un consumo energético añadido. En organizaciones horizontales, sean naturales o urbanas, la producción (P) tiende a distribuirse uniformemente, mientras que el consumo (R) se agrupa en núcleos para reducir la energía del transporte (ver fig.3). Esto es aplicable “tanto para una colonia de ostras en un estuario, una granja de producción agrícola o una ciudad industrializada” (ibid.: 71).

¹³ Una máquina térmica similar puede encontrarse en la Ciudad Nómada en un Iceberg, diseñada por José María de Prada Poole en 1975.

¹⁴ Uno de los primeros ejemplos en la amortización de calor residual de servidores de datos tuvo lugar en el *Worcester Polytechnic Institute de Massachusetts* en 1986. En este caso, la transmisión de calor excedente se radiaba directamente a un espacio situado justo debajo del centro de datos, sin necesidad de un sistema intermedio.

¹⁵ La materia orgánica se transporta hacia abajo por acción de la gravedad. Los ecosistemas tienen distintas estrategias para transportar estos nutrientes en sentido inverso hacia la zona productiva. Puede hacerse “por medio de la transpiración de las raíces en los árboles, o mediante los movimientos ascendentes de los consumidores (peces o pájaros), o bien mediante burbujas de gas en otro tipo de entornos” (Odum *op.cit.*: 136).

La 3ª Revolución Industrial augurada por Rifkin (2011) se basa en la combinación de las dos estrategias citadas al principio de este punto: la identificación del edificio como central productora de energía -autosuficiencia- y la inminente creación de una “red energética” que permita su utilización descentralizada –simbiosis- (*ibid.*: 51). Esta red, basada en un escenario de millones de agentes con capacidad de generar y almacenar¹⁶ energía local, pondrá en contacto procesos de generación y demanda complementarios a escala planetaria. Los costes asociados a dichas redes hacen plantearse la conveniencia de una red local que facilite la amortización de excedentes energéticos por adyacencia directa.

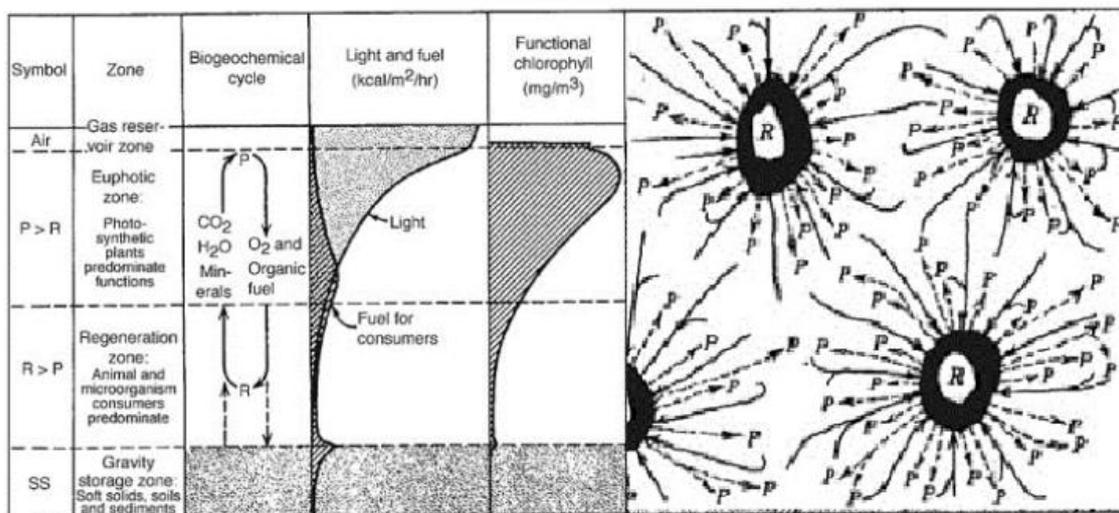


fig. 3. Especialización contextual en Ecosistemas Verticales y Horizontales según Odum. P: Fotosíntesis. R: Combustión.

Pero la catalogación y localización de entornos excedentes de energía no ha sido incluida hasta ahora en los planes estratégicos de nuestras ciudades. Los edificios siguen considerándose entidades autónomas, diseñadas de acuerdo a códigos técnicos muy estrictos, que por lo general no consideran entidades adyacentes y redundan en el sobrealamiento térmico de la envolvente. La normativa vigente en Europa¹⁷ crea una situación paradójica en términos de aislamiento térmico, adaptada en general a un clima continental. Las envolventes han de cumplir una elevada exigencia de aislamiento que desemboca en una escasa demanda de calefacción, acompañada de una elevada demanda de refrigeración para la eliminación del calor radiado por los seres humanos, los equipos informáticos y de iluminación, etc. Este aislamiento obliga a que el edificio necesite disipar calor la mayor parte del año, dedicando la mayor parte de su energía a ventilación o enfriamiento. A este respecto es interesante la recomendación –no

¹⁶ Rifkin (2011) define el Hidrógeno como el material acumulador por excelencia, por ser el más eficaz y económico para el almacenamiento de energía producida localmente.

¹⁷ Código técnico de la edificación, CTE: marco normativo que desde 2003 establece las exigencias que deben cumplir los edificios de nueva planta en España en relación con los requisitos básicos de seguridad, accesibilidad y habitabilidad.

prescriptiva- del SIA (Estándares Suizos de la Construcción) de calefactar los distintos espacios de la vivienda a temperaturas distintas, introduciendo con ello una consideración de espacio diferenciado muy rentable energéticamente.

Una de las patologías más habituales de la desconexión entre estos códigos y la regulación urbanística es la proliferación de implantes energéticos¹⁸ sobre fachadas y cubiertas a partir de los años 80. Las unidades de tratamiento de aire han proliferado especialmente en arquitecturas ubicadas en climas cálidos y húmedos con escasa reducción de temperatura nocturna, como la costa Este de EEUU o muchas ciudades de China. Estas unidades actúan por unidad de habitación, y pueden llegar a contarse por centenas en un solo edificio de apartamentos (Tonkinwise op.cit.). Su uso individualizado permite una mayor eficiencia relativa a la ocupación real del espacio. Dado que su función natural es la de refrigeración, también pueden “comprometer la hermeticidad del espacio en los meses de invierno” (ibid.: 31). Pese a ser dispositivos estacionales, su peso y envergadura los convierten inevitablemente en dispositivos permanentes. Su continua exposición a los agentes climáticos reduce sin embargo su vida útil y los hace menos eficientes. Además de las ineficiencias descritas, estos sistemas arrojan a la ciudad una cantidad aumentada del calor “extraído” del interior, que en el caso de dispositivos de fachada, incide directamente en el recalentamiento de los pisos superiores (ibid.: 32). Estas prótesis suelen suministrarse de energía fósil, lo que incrementa su efecto nocivo sobre el medio ambiente.

Destinadas a paliar la ineficiencia térmica de arquitecturas construidas antes de la crisis del petróleo, también han acudido a satisfacer los requisitos ecológicos de las décadas siguientes. Millones de máquinas de aire acondicionado conviven íntimamente con paneles solares en las cubiertas de nuestras ciudades¹⁹. Pero esta convivencia entre dos modelos culturales que pueden considerarse opuestos -el modelo eficiente junto al rehabilitativo según la clasificación de Fernández Galiano (op.cit.)- podría considerarse estéril en términos energéticos. La propagación de estas prótesis en las últimas décadas evidencia el “desacuerdo entre las ciencias del confort, del clima y la arquitectura” (Tonkinwise 2010: 68). En estos casos, la metáfora de la simbiosis puede ser reemplazada por la del parásito: la etimología del término implica la doble condición de “adyacencia (del latín *pará*) y alimento (del latín *síto*)” (Marini op.cit.: 111), e indica por tanto una dependencia infraestructural de las intervenciones sobre la preexistencia o viceversa.

4. Ciudad simbiote.

Si los códigos técnicos aplicables a la edificación de nueva planta se hibridasen con una regulación de colindancias y preexistencias urbanas, se conseguiría amortizar buena parte de los excedentes y paliar con una mínima inversión buena parte de las emisiones de carbono. Uno de los requerimientos esenciales sería establecer precisamente las

¹⁸ Implante de ayudas técnicas (prótesis) se emplea en medicina para reemplazo de funciones corporales.

¹⁹ La colocación preferente de los paneles solares en cubierta obedece a una incidencia visual reducida, así como a criterios de accesibilidad y mantenimiento. En términos de eficiencia y durabilidad sería más conveniente colocarlos en fachada. La captación en invierno es mayor a 90° que con inclinaciones entre 0 y 30°, mientras que el sobrecalentamiento de los paneles en verano es significativamente menor (ibid.).

relaciones significativas entre ámbitos demandantes y disipadores de energía²⁰ en el conjunto de la ciudad y detectar posibles usos compatibles en entornos locales²¹. Esto requeriría de “un nuevo tipo de infraestructura, que operaría a menor escala que nuestras actuales redes energéticas” (van den Dobbelsteen 2010: 268). La comprensión de la ciudad como suma de unidades híbridas subvierte la habitual identificación de manzanas o bloques y supone un método muy fiable de análisis de sostenibilidad urbana²².

Las teorías sobre densidad urbana y superposición programática nacidas en los 80 darán paso a una aproximación más operativa de diseño paramétrico en los 90. El diseño paramétrico permite generar un amplio rango de soluciones a partir de la variabilidad de las condiciones (geométricas y matemáticas) iniciales. Esta tendencia se inaugura con proyectos experimentales entre el urbanismo y el proceso digital, como la investigación *Space Syntax* dirigida por Hillier y Hanson desde la *Bartlett School of Architecture* (1996). Más recientes son los software *Regionmaker* y *Function Mixer* de MVRDV (2002), y *Spacemate*, diseñado por Pont y Haupt desde la TU de Delft (2004). Todos se centran en la incorporación de parámetros cuantitativos y cualitativos²³ para el diseño analítico de la densidad híbrida a escala urbana, haciendo evolucionar el urbanismo vertical inaugurado por Ludwig Hilberseimer o Cornelis van Eesteren a principio de siglo, hacia un urbanismo dinámico de varios niveles²⁴.

El *Function Mixer* puede considerarse un trabajo seminal, por su elevada aplicabilidad, no solo a escala urbana sino también en edificios de gran formato²⁵. El programa puede manejar datos en grandes cantidades y complejidad, tan dispares como pueden ser la emisión de ruido, el clima o los costes de construcción. Su modelo establece inicialmente una relación indicativa entre parámetros cuantitativos (densidad, diversidad funcional) y cualitativos (ecología, sociología, economía). En total se definen 12 parámetros que ejercen una fuerza concreta sobre la ubicación de los usos. Primero se generan múltiples combinaciones aleatorias y se registran con índices de puntuación. Después, el programa decanta la solución con mejor puntuación integral basándose en una Evaluación de

²⁰ Según van den Dobbelsteen (2010) el problema de la calefacción y refrigeración en entornos adyacentes se resolvería fácilmente mediante bombas de calor.

²¹ Los supermercados, que requieren de refrigeración, suelen ocupar los pisos bajos de edificios residenciales con demanda complementaria de calefacción (van den Dobbelsteen *op.cit.*)

²² La propuesta de la agencia de Ecología Urbana de Barcelona se concreta en un registro la eficiencia urbana en función de su diversidad. De nuevo diversidad frente a zonificación. Dicha eficiencia se mide por el cociente E/H donde E sería la energía que necesita el sistema para mantener la complejidad (entropía) urbana H. Ver Rueda, S. 1998. Metabolismo y complejidad del sistema urbano a la luz de la ecología. <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a009>.

²³ Los datos de partida proceden en su mayor parte de condicionantes dinámicos a los que el diseño tradicional no ha podido responder de forma rigurosa, como los de crecimiento urbano, datos climáticos, flujos circulatorios, y segregación social.

²⁴ El urbanismo de tres niveles (superficie, altura, subsuelo) se refiere a un tipo de ordenación urbana en la cual se organizan de manera integral el espacio edificado, las infraestructuras de abastecimiento y el espacio público.

²⁵ Su aplicación en el grupo residencial *Silodam* (Amsterdam 1995) es un caso típico. Un híbrido en que la combinatoria de tipologías residenciales de distinta configuración puede considerarse un éxito frente a modelos mono-tipológicos.

Criterios Múltiples (MCE). Sus pesos relativos permiten múltiples combinaciones hasta obtener la mejor agregación híbrida de usos en el espacio. Diversas funciones e intensidades se combinan para una coexistencia simbiótica²⁶, de manera que, en conjunto, respondan mejor a los cambios.

El concepto de urbanismo de ciclos compatibles ha sido abordado de forma explícita por el estudio, también holandés, 2012 Architecten a través de una investigación multidisciplinar²⁷ y algunas propuestas. Frente al edificio autosuficiente, concebido como ensamblaje centrípeta de patentes tecnológicas (Gissen 2005), el *Ciclificador*²⁸ se caracteriza por reconsiderar las ciudades como redes centrífugas de procesos materiales y flujos, facilitando nuevas conexiones entre exceso y demanda existentes a nivel local. El *Ciclificador* actúa como un procesador metabólico, “invirtiendo la tendencia urbana a dispersar entrópicamente materiales y energía” (Jongert, Nelson y Goosens 2011: 56). Por último, el *Ciclificador* procura la máxima interacción con el entorno, y en ese sentido se postula como “antítesis del híbrido convencional” (ibid.: 57), definido con vocación centrípeta y autosuficiente.

La ciudad así considerada podría fomentar asociaciones tipológicas que tradicionalmente se han catalogado como incompatibles. La cualidad simbiótica en el entorno construido establece, como en el medio natural, un marco para acuerdos, cooperaciones, disputas, antagonismos o competencias novedosas entre actores diversos (Bermejo op.cit.; Wagensberg 2000).

²⁶ *Thermodynamic Mixer*, en fase de experimentación por los arquitectos Renata Sentkiewicz y Javier García Germán, puede considerarse una continuación del primero. “Partiendo de las cargas térmicas asociadas a programas diversos, el programa establece diagramas estacionales de intercambio energético entre usos diversos, catalogados así como productores o consumidores de energía”. Ver Ábalos, I. 2012. “Thermodynamic Somatisms. Verticalscapes”. Thermodynamics applied to highrise and mixed-use prototypes. Harvard Graduate School of Design. Pp:15-21.

²⁷ La investigación *Inside Flows* se desarrolla en el *Royal Academy of Art* de La Haya. El equipo, liderado por Jan Jongert, incluye químicos, técnicos medioambientales, analistas y diseñadores. Para más información consultar <www.superuse-studios.com>.

²⁸ Se trata de una herramienta en línea que permite poner en contacto datos relativos a flujos existentes (de naturaleza sólida, líquida o gaseosa), y así establecer demandas (energéticas o informacionales) complementarias. Aunque en la actualidad la herramienta se acciona manualmente, el estudio prevé que pueda funcionar como un mecanismo de diseño iterativo. Ver <www.cyclifier.org>.

5. Bibliografía

- Bermejo, R. 2005. La gran transición hacia la sostenibilidad. Principios y estrategias de economía sostenible. Catarata, Madrid.
- Branham, W. 2010. “The temptations of Survivalism or What do you do with your waste”. Forum of Design for the Public Realm. <www.places.designobserver.com>.
- Fenton, J. 1985. Hybrid Buildings. Pamphlet Architecture nº 11. Princeton Architectural Press. Nueva York.
- Fernández Galiano, L. 1991. El fuego y la memoria. Sobre Arquitectura y Energía. Alianza Editorial, Madrid.
- Gissen, D. 2005. “APE”. Design Ecologies. Princeton Architectural Press. Pp: 62-76.
- Jongert, J., Nelson, N. y Goosens, F. 2011. “Recyclicity. A Tool for Resource-based design”. Experimental Green Strategies. Redefining Ecological Design research. Architectural Design nº 214. Pp: 54-62.
- Kuroda, J. y Kaijima, M. 2001. Made in Tokyo: Guide Book. Kajima Institute Publishing. Tokyo.
- Marini, S. 2008. Parasite Architecture. Recycling strategies for the contemporary city. Ediciones Quodlibet. Macerata.
- Odum, H. T. 1971. Environment, Power and Society. John Wiley & Sons. New Jersey.
- Rifkin, J. 2011. The third Industrial Revolution: How lateral poser is transforming energy, the economy and the world. Pallgrave MacMillan. Nueva York.
- Tonkinwise, C. 2010. “Weeding the city of Unsustainable Cooling, or Many designs rather than massive design”. Design ecologies. Princeton Architectural Press. Pp:27-40.
- Van den Dobbelsteen, A. 2010. “Synergy, Not Autarky”. Green Dream. How Cities can outsmart nature. The Why Factory y Nai Publishers, Rotterdam. Pp.: 266-270.
- Van Hinte, E., Neelen, M., Vink, J., Vollard, P. 2003. Smart Architecture. 010 Publishers, Rotterdam.
- White, M y Pryzbylski, M. 2010. On farming. Actar, Barcelona.
- Wagensberg, J. 2000. “Complejidad contra incertidumbre. Nuevas ideas para la inteligibilidad de las formas vivas”. Mundo científico no.209. Febrero. Barcelona.