

INDICE

1. Etimología. De la forma al rendimiento híbrido.....	2
1.1 Pre-tesis e hipótesis. Fenómeno Híbrido	3
1.2 Metodología	11
1.3 Concepto biológico. Hibridación, simbiosis y redundancia.	17
1.4 Concepto arquitectónico. Estado de la cuestión.....	24
1.5 Aplicaciones a la arquitectura. De la biomímesis a la morfogénesis.	35
2. Genealogía. Del rendimiento híbrido al rendimiento ecológico.	42
2.1 Híbrido espontáneo. Agregados de alojamiento en la Antigüedad.	45
2.2 Híbrido diagnóstico. Tipologías disidentes en la Modernidad	54
2.2.1 Agregado funcional. Del apilamiento a la megaestructura.	55
2.2.2 Macla estructural. Del híbrido mecánico al aerodinámico	60
2.2.3 Híbrido de sistemas. Implantes mecánicos y bioclimáticos.....	63
2.3 Híbrido pronóstico. Naturaleza y artefacto en la Posmodernidad.....	70
2.3.1 Compuestos capsulares. De la estética <i>plug-in</i> al <i>clip-on</i>	72
2.3.2 Agregados porosos y fibriformes. Metabolismo y deconstructivismo.	80
2.3.3 <i>Bio-tectura</i> . Habitar otros medios.	86
2.3.4 Parásitos y simbioses. Arquitectura Inquilina.	91
2.4 Híbrido Terapia. Arquitectura y energía en la Contemporaneidad.	102
2.4.1 Acumulador mecánico. Hiper-densidad y superposición.	104
2.4.2 Acumulador termodinámico. Reconstrucción ecológica.	109
2.5 Una cronología crítica.....	114
2.6 Esquema relacional de la genealogía.	119
3. Gramática. Del rendimiento ecológico al rendimiento híbrido.	120
3.1 Lo ecológico en arquitectura. De la conservación a la simbiosis.....	122
3.2 Arquitectura ecológica. Principios híbridos.....	135
3.2.1 Diferenciación formal. Heterosis.	145
3.2.2 Repercusión dimensional. La cantidad cualitativa	153
3.2.3 Agregación adyacente. Colindancia termodinámica.	162
3.2.4 Agregación redundante. La infraestructura habitable	166
4. Sintaxis. Del rendimiento ecológico a la forma ecológica.	177
4.1 Redundancia técnica. Diferenciación material.....	186
4.1.1 Captación-acumulación. Arquitectura conyugal.	187
4.1.2 Traspiración-aislamiento. Envoltorio paliativo.	193
4.2 Redundancia morfológica. Diferenciación geométrica	197
4.2.1 Elevación-depresión. Conductos y pantallas habitables.....	198
4.2.2 Graderío-zócalo. La sección aterrazada.....	205
4.2.3 Prótesis esférica. Cúpulas	210
4.3 Redundancia energética. Diferenciación contextual.....	215
4.3.1 Topografías activadas. El terreno como acometida	218
4.3.2 Cubierta mediadora. Estratificación tecnológica.....	222
4.3.3 Atmósferas técnicas. Arquitectura aerostática	228
4.4 Redundancia ecológica. Del implante energético a la arquitectura de ciclos ..	235
4.4.1 Híbrido Infraestructural. Implante energético.	237
4.4.2 Híbrido Supra-estructural. Ciclicador o sintaxis ecológica.	245
4.5 Esquema relacional de la sintaxis.....	256
5. Anexo. Identificación gráfica casos	258
6. Conclusiones: para una metodología híbrida del proyecto ecológico.	272
7. Conclusions: on a hybrid methodology for ecological design	277
8. Bibliografía	282
8.1 Bibliografía paralela.....	292
8.2 Índice de Imágenes.....	295

RESUMEN/ABSTRACT

Las exigencias impuestas por las agendas de la eficiencia energética y la sostenibilidad ambiental sobre el ente construido han desembocado en una creciente sofisticación tecnológica y una similar desatención por la experimentación tipológica. Este trabajo cuestiona esta situación mediante una revisión intencionada del híbrido arquitectónico, ampliando su exigua definición en el estado del arte y su vigencia frente a los presupuestos de la ecología. Mientras que los beneficios de la hibridación han sido comprobados en la industria del automóvil o la computación, no existen evidencias de aplicaciones “híbridas” en la edificación o el urbanismo más allá de las relativas a la mezcla de usos, ni menos aún de su posible contribución a la eficiencia energética del ente construido. La táctica híbrida aquí propuesta ya no se sustenta en aspectos programáticos –*software*– sino de funcionamiento –*hardware*–, y sustituye la simple heterotopía funcional del *mixed-use* por una superposición de categorías sucesivas (sistemas materiales, estructurales, o infraestructurales) cuya mayor divergencia revierta en mayor capacidad de rendimiento ambiental.

No es objeto de esta investigación cuantificar exhaustivamente las transferencias energéticas del pacto híbrido, sino transparentar el modo en que éste se ha desencadenado en el proyecto arquitectónico –genealogía–, valorar su repercusión figurativa y energética –gramática–, y proponer las reglas de una nueva sintaxis proyectual. La investigación esclarece una nueva independencia híbrida que sustituye los parámetros de estandarización y eficiencia por los de diferenciación y redundancia: el concepto de redundancia en el diseño supone una actualización completa del concepto de forma óptima de la Posmodernidad y forma mínima de la Modernidad. La redundancia reúne las virtudes de flexibilidad espacial de lo “híbrido” y las de hiperestatismo energético de lo “ecológico”. Si el vigor híbrido asegura la superioridad funcional, la redundancia es garante de resistencia estructural frente a la incertidumbre del medio.

Requirements imposed by both energy efficiency and environmental agendas over the built domain have provoked increasing interest on technological sophistication and similar disregard on typological experimentation. This research aims to challenge this by means of a deliberated revision of architectural hybridity, checking its meager definition in the state of the art and its validity under ecological concerns. Unlike the proven capabilities of hybrid technology in automotive/computer industries, there is little evidence of "hybrid" applications in architecture or urbanism beyond those related to mixed-use buildings, least of its contribution to energy efficiency in built domain. The proposed hybridity is no more based on formal –software– but performative aspects –hardware–, replacing the simple heterotopy of mixed-use by a superposition of successive categories (material, structural, and infrastructural) whose greatest divergence would reverse on better environmental capability.

The aim doesn't pretend to comprehensively quantify energy transfers within hybrid aggregates, but rather casting the way in which they have been unleashed in the project (genealogy), assess their formal and environmental impact (grammar) and propose the rules of a new hybrid syntax capable of fostering ecological capability. The thesis discovers a new hybrid independence which replaces the existing parameters of standardization and efficiency by those of differentiation and redundancy. Redundancy in design implies a complete upgrade of both Postmodern “optimal” and Modern “minimal” form: it gathers spatial flexibility of “hybrid” and hyperstatic supply of “ecological”. If hybrid vigor ensures functional superiority, redundancy is guarantee of structural resistance against environmental uncertainty.

1. Etimología. De la forma al rendimiento híbrido

Como concepto genético, la hibridación fue anticipada por Aristóteles en referencia a conjeturas sofistas sobre la procedencia de determinadas especies de animales. Los monstruos mitológicos de la época clásica eran de hecho criaturas compuestas de partes conocidas de animales y seres vivos. Esta combinación les permitía capacidades extraordinarias e inéditas, que ni los animales ni los humanos podían hacer por separado. Esta misma capacidad de convocar las capacidades heterogéneas de determinados seres era de hecho la base de los rituales de caza del Paleolítico, ceremonias en las que el cazador se travestía con las pieles o cornamenta de determinados animales adquiriendo así una fisonomía híbrida considerada propicia. Estos “monstruos”¹ son en realidad agregados de diferencias, cuyo mestizaje les dota de superioridad funcional (Baker 2000:99; Weinstock 2006a: 129; Ábalos 2013: 18; González de Canales 2013: 62; Teyssot 2004: 18, Marini 2008: 182; Jencks 2002: 27).

Pero no fue hasta el S XIX cuando los padres de la genética actual, Kölreuter y Mendel², pusieron en marcha los primeros experimentos de hibridación en formas vivas (Fenton 1985: 4), estableciendo las bases matemáticas y biológicas de estos procesos como respuesta a la mencionada superioridad. Conceptos como heterosis y vigor híbrido³, definen la condición de dominancia de un descendiente híbrido respecto a sus progenitores. Dicha dominancia se traduce en superioridad de tamaño, rendimiento (eficiencia metabólica) y capacidad de supervivencia.

Si en lugar de una asociación genética se produce un cruce circunstancial, estamos ante una asociación simbiótica: a diferencia de la hibridación, esta suele producirse entre especies pertenecientes a reinos distintos con talentos complementarios, como las de asociación planta-insecto; cuando se produce entre especies animales del mismo reino, es muy frecuente que impliquen un fuerte antagonismo dimensional. Sean de carácter híbrido o simbiótico, el grado y alcance de las relaciones de cooperación entre especies naturales definen su capacidad de supervivencia (Odum y Sarmiento 1998: 199); por el contrario, la autonomía “está asociada a la simplicidad y a la extinción” (Fernández Galiano 1991: 82).

La proliferación del híbrido⁴ es además un fenómeno netamente contemporáneo. Con él la sociología señala la vigencia del paradigma de la complejidad, que niega sistemáticamente la posibilidad de encontrar fenómenos “científicamente puros” (Latour 1993: 1). Los fenómenos contemporáneos, desde el virus del SIDA hasta el agujero de ozono, implican la intervención constante y simultánea de agentes de diversa índole, bien sean políticos, químicos o meteorológicos.

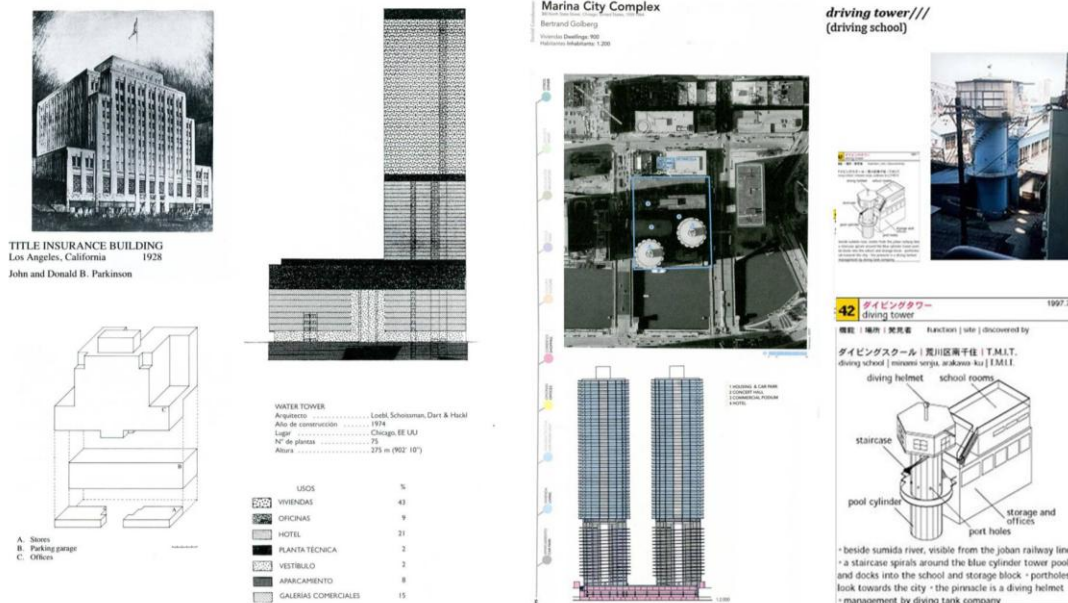
¹ El término “monstruo” define en los autores citados el resultado espontáneo de una agregación híbrida, sea transgénica, termodinámica, *biomórfica* o morfogenética.

² Mendel, G. 1865. “*Versuche über Pflanzen-hybriden*”. *Verhandlungen des Naturforschenden Vereins in Brünn*.

³ Términos acuñados por G. H. Shull en 1914, y East y Whaley en 1936 y 1944 respectivamente.

⁴ *The proliferation of Hybrids* es el título del primer capítulo de Latour, B. 1991. *Nous n’avons jamais été modernes*. La Découverte, París.

Las primeras referencias al edificio híbrido como agregado funcional se enmarcan en la Posmodernidad, pero las monografías sobre el tema han empezado a proliferar recientemente: desde la primera monografía editada⁵ sobre arquitectura híbrida hasta otras muy recientes, el híbrido describe un agregado funcional cuya coexistencia está más o menos visible a través de la envolvente. De la literatura específica la mayor parte de autores definen el edificio híbrido como: “Organización acumulativa formada por agregación de espacios diferentes, vinculados estrechamente entre sí” (Ábalos y Herreros 1992: 210) y opuesta a la de edificio homogéneo monofuncional. Casi ninguna de ella hace referencia a otras formas de hibridación más profunda, ni a los potenciales beneficios derivados de dicha coexistencia.



Imágenes comparadas de las monografías de Fenton (1985), Ábalos y Herreros (1992), A+T (2011) y Kaijima & Kuroda (2001)

Made in Tokyo, publicado por Momoyo Kaijima y Junzō Kuroda 15 años después del catálogo de Fenton, presenta una arqueología alternativa de una ciudad opuesta. El catálogo hace una exhaustiva recopilación de arquitecturas anónimas (*da-me*) generadas por superposición programática y morfológica, solo subsidiariamente reclamadas como híbridas. 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. El Diccionario Metápolis de Arquitectura Avanzada sustituye definitivamente el carácter adjetivo del híbrido posmoderno por una definición de carácter procesual, considerándolo un fenómeno inherente a la cultura contemporánea. Más allá de detectar o reconocer la existencia de una apilación heterogénea, permite ya hacer explícitos los beneficios recíprocos de dicha situación.

Hemos constatado la relación indisoluble entre los aspectos formales y de rendimiento – binomio *form/performance*– en el híbrido genético y biológico. Las omisiones de dicha relación en la literatura arquitectónica se evidencian aún más en contraste con la hibridación tecnológica –automovilística, informática, etc...–: en estos casos el concepto se aplica sobre el

⁵ *This is Hybrid* de Joseph Fenton se publica en 1985 y puede considerarse la primera monografía explícita.

las fuentes de alimentación o el procesador (*hardware*), y nunca describe aspectos de equipamiento o programa (*software*); además, su aplicación se destina en todo caso a mejorar la eficiencia energética. A continuación estudiaremos la posible vinculación del híbrido con el sistema –hardware- y su necesario compromiso con la eficiencia energética.

Una de las primeras dificultades de la tesis es la necesaria consideración de dos estados del arte solapados –arquitectura híbrida y arquitectura ecológica-, de cuya convergencia resulta la horquilla temporal definida en el título (desde la crisis del petróleo de los 70 hasta la actual crisis ecológica). Esta combinación se aborda a través de tres metodologías solapadas:

- Genealogía, una prospección histórico-crítica del edificio híbrido que permita revelar sus implicaciones ambientales y facultades ecológicas;
- Gramática, una investigación lógico-relacional para descifrar los constituyentes morfo-sintácticos de la arquitectura con pretensión ecológica;
- Sintaxis: un estudio de casos de arquitecturas de factura híbrida y comportamiento ecológico que permitan corroborar la validez de las hipótesis anteriores.

2. Genealogía: Del rendimiento híbrido al rendimiento ecológico.

"I like elements which are hybrid rather than "pure," compromising rather than "clean," distorted rather than "straightforward", ambiguous rather than articulated, (...) redundant rather than simple. (...) I am for messy vitality over obvious unity. I include the non sequitur and proclaim the duality."

R. Venturi, 1966. Complexity and Contradiction in Architecture.

La investigación en este capítulo pretende ampliar el concepto de híbrido ligado a la aparición más o menos estentórea del agregado multifuncional, y enriquecerlo con otras acepciones de híbrido menos atendidas por la crónica. Este análisis pretende revisar desde una perspectiva histórica los distintos procesos que han facilitado la proliferación del edificio híbrido. No se persigue hacer un rastreo tanto tipológico como estratégico, y por tanto es posible que algunas de las familias o ejemplos propuestos incurran en superposiciones y solapes temporales.

Pese a ser una forma de disidencia respecto a la disciplina, la hibridación funcional ha sido un recurso arquitectónico muy extendido desde la antigüedad. La acumulación de programas en una sola estructura ha sido amparada por sus beneficios sobre distintos parámetros como accesibilidad, proximidad, economía, seguridad o gestión en la edificación. Pese a los envites segregacionistas de la Modernidad, demostró su vigencia también durante el siglo pasado, facilitando por un lado los mecanismos de inversión inmobiliaria en actuaciones de gran escala, y por otro, la gestión de programas públicos cada vez más complejos. Su empleo en la Posmodernidad vehiculará las sucesivas mejoras estructurales y funcionales del edificio monofuncional moderno, tanto en su versión en altura como en otras tipologías. La *machine à habiter* de la Modernidad dejó paso al concepto de "habitar la máquina" (Kuroda y Kaijima 2001:34). Esta nueva máquina es sobre todo un ente infraestructural a la medida y servicio de la ciudad y el medio ambiente. Su función, y sobre todo su forma, se "subordinan al clima" (Rahm 2006: 156).

En las arquitecturas pre-modernas, la hibridación sigue un móvil no estilístico sino económico, asociado a beneficios de distinta índole. Su gestación puede considerarse un fenómeno no planificado sino espontáneo. Una explosión de híbridos por mutua conveniencia, casi siempre ligados a la yuxtaposición de arquitectura con infraestructura, ya sea esta productiva (molinos o granjas), estructural (murallas, equipamientos) o de transporte (puentes, canales y acueductos). Estas asociaciones inter-escalares, que se presentan como “antecesoras de la megaestructura posmoderna” (Banham 1976:15), se vinculan con formas de crecimiento urbano no planificado previas a la aparición de la disciplina urbanística.

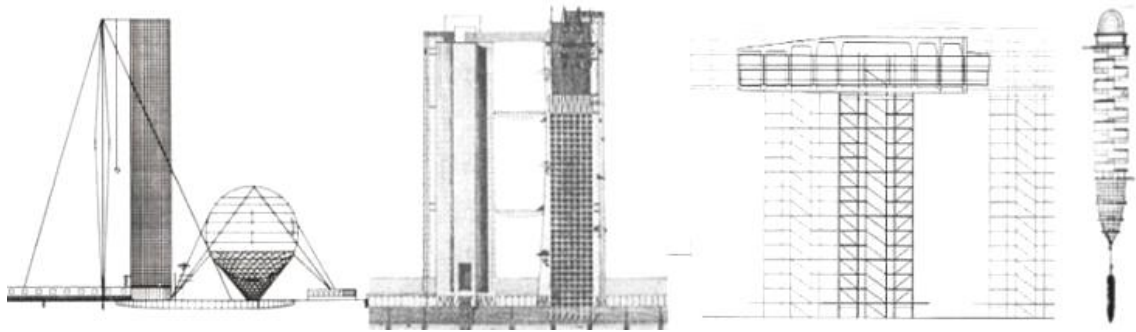


Fig. 1 Secciones de Torre híbrida en el Constructivismo Soviético. Leonidov, Lenin Institute (1927) y Ministerio Industria Pesada (1934). Wolkenbugel, El Lissitzky (1924) y Flying City de Krutikov (1928)

Durante el Movimiento Moderno, y contemporáneamente al nacimiento del rascacielos, el edificio híbrido se vincula a una práctica experimental y en ese sentido disidente de la disciplina. Los volúmenes puros de la Modernidad serán sometidos a un primer análisis crítico de orden programático, estructural y ambiental, que comprometerán su definición morfológica inicial, especialmente en formatos de gran escala. Estas sucesivas revisiones derivarán en un híbrido deducido a posteriori, que puede considerarse como diagnóstico de la inadecuación tipológica del rascacielos moderno.

La Posmodernidad sustituye paulatinamente el referente de la máquina por la naturaleza. El precepto mecánico se sustituye por el ideal orgánico, y la naturaleza se introduce como un presupuesto programático ineludible. Esta premisa permite hablar de un híbrido pronosticado con vehemencia, cuya génesis puede considerarse así un proceso inverso al diagnóstico de la Modernidad. Ensayado en distintos contextos, dicho pronóstico dará lugar a diversas formas de hibridación natural-artificial: desde los más literales ensayos de bio-mímesis, hasta las propuestas más sofisticadas de reconstrucción ambiental.

Si la Modernidad dio preferencia a la metáfora industrial de la arquitectura, la Posmodernidad empieza a cerciorarse de su “capacidad terapéutica” (Vidler, 1992:147). Ausente ya como referencia explícita, en la Contemporaneidad permanece a través de la reconstrucción interpretativa de sus leyes energéticas y, sobre todo, termodinámicas. Estos presupuestos fomentan un nuevo híbrido que adquiere capacidad metabólica e infraestructural, constatando así los presupuestos de la ecología que se vaticinaron conceptualmente en la Posmodernidad. Un híbrido que lleva al extremo la capacidad de reconstruir ecosistemas productivos. La entidad vertical, ya distorsionada por la Modernidad disidente, vuelve a revisarse al amparo de una incipiente cultura tecno-ecológica.

Aunque en se ha esbozado una clasificación histórica analítica y no tanto crítica, una lectura transversal del texto permite hacer algunas consideraciones finales que permitirán demostrar la ampliación del concepto histórico de arquitectura híbrida y su progresiva vinculación con una sintaxis ecológica.

Los beneficios de la mezcla de funciones promueven desde principios del S.XX la proliferación del fenómeno *Mixed-Use*, extensamente registrado por la literatura aunque con una delimitación conceptual excesiva. Este **híbrido funcional** se asocia a un móvil no estilístico, que fundamenta su definición como tipología antiacadémica y en ese sentido, disidente de la disciplina. A su amparo puede trazarse una línea continua desde los ensamblajes de vivienda-negocio en la arquitectura pre-moderna, el *mixed-use* de la Modernidad norteamericana, la megaestructura Posmoderna, hasta la reciente investigación de la vanguardia holandesa en torno a un urbanismo híper-denso cuya suma de funciones se diseña en clave paramétrica y ecológica. Esta acumulación funcional facilita la interacción climática entre las partes, y por tanto supone una primera validación de la hipótesis inicial.

Pero a su lado existen otras formas de hibridación más profunda que aluden a lo que puede considerarse el *hardware*: la estructura y las instalaciones. El híbrido **morfo-tipológico** surge como ensayo para paliar la ineficacia estructural y aerodinámica del rascacielos moderno. Así como el condensador soviético se anticipa a los primeros híbridos *mixed use* americanos, los constructivistas se adelantaron más de una década a la vanguardia europea al estresar sus capacidades mecánicas. Con ello se inauguraba un nuevo tipo híbrido capaz de reunir tipologías estructurales y morfologías históricamente divorciadas. Este tipo híbrido demuestra su pertinencia a través de sistemas especializados que permitirán estructuras más esbeltas, más ligeras, y más versátiles en configuraciones no prismáticas, anticipando la agenda que centrará la producción híbrida de la Posmodernidad más comprometida. Estas prótesis suponen otra confirmación de la optimización y consiguiente eficiencia energética derivadas del híbrido, que el caso del carenado del prototipo 4D *Timelock* de Buckminster Fuller suponen un 87% de ahorro en pérdidas de carga respecto al prototipo original.

Ligado a la producción de la Posmodernidad, y al hilo de las sugerencias de Reyner Banham acerca de la visibilidad de las infraestructuras, surge un nuevo híbrido por **yuxtaposición de sistemas** sobre la infraestructura resistente -hasta ahora identificada con arquitectura-. Los más explícitos son los relativos a sistemas de acondicionamiento del aire, que proliferaron con virulencia en la paleta pintoresca del estructuralismo británico. Pero también están presentes en otras investigaciones de la vanguardia radical que anticipan ya la vocación ecológica del híbrido que este capítulo pretende revelar. El relativo desfase tecnológico de la arquitectura en este periodo motivó una interesante hibridación disciplinar entre arquitectura, ecología, biología e ingeniería.

A este respecto cabe referir tanto los ensayos utópicos del metabolismo japonés y francés en medios naturales extremos, como los concebidos por la vanguardia austriaca como prótesis sobre entornos urbanos consolidados. Los primeros discurren al hilo del programa espacial de

la NASA a partir de 1961⁶: sus esfuerzos se orientaron hacia el diseño de un entorno infraestructural autónomo –ecología de cabina- cuyas conclusiones fueron muy nutritivas para la definición posterior del hábitat autosuficiente⁷; los segundos pueden considerarse un fenómeno Europeo de especial intensidad en los colectivos experimentales austriacos. Sus propuestas se adentraron en la capacidad de generar atmósferas artificiales por medios tecnológicos, casi siempre adheridas a soportes urbanos consolidados. Tanto los Oasis inventados por Haus Rucker o las Nubes calculadas por *Coop. Himmelblau* anticiparon la capacidad regenerativa de estas prótesis neumáticas sobre el subproducto urbano.

Ambos grupos son responsables del tránsito desde las posibilidades formales del híbrido hacia su capacidad energética efectiva. Pero especialmente el fenómeno austriaco permite una transición más profunda: superar la eficiencia como paradigma y reemplazarlo por una visión eco-sistémica de la ciudad y la arquitectura, donde recursos y residuos colaboran para una renovación disciplinar definitiva. Pero la consideración energética de la arquitectura parásita (Marini 2008) se abandona paulatinamente en favor de parámetros subsidiarios, como su capacidad de reactivación social y urbana. No será hasta el año 2000 cuando su interés será retomado en Holanda por un foco intenso de deliberación y producción artística⁸.

Estos presupuestos fomentan un nuevo híbrido definido en la Contemporaneidad como producto totalmente artificial, que adquiere una capacidad **metabólica e infraestructural** muy rentable: en el caso del Hyperbuilding de Paolo Soleri (1996) el sistema energético llega a generar 20 MW/h a través de aerogeneradores y paneles fotovoltaicos, con capacidad de cubrir el grueso de necesidades eléctricas del sistema y de producir un excedente. El carácter anti-tipológico y anti-sintáctico⁹ del híbrido se combina con un interés por su potencial termodinámico (Ábalos 2008: 1). Este último define explícitamente la combinación híbrida de los modelos bioclimático y mecánico de control ambiental, rompiendo con ello las fronteras entre los modelos definidos por Reyner Banham en 1969. Este modelo “mixto o híbrido” de control ambiental del espacio se encuentra en la práctica en la mayor parte de edificios (Bothwell 2010: 67), lo que permite al mismo tiempo la sustantivación del término y la definitiva superación de su connotación funcionalista.

⁶ Asesorados por un grupo de ecólogos liderados por los hermanos Odum. Colaboración que fructificó a partir de un ciclo llamado *Human Ecology in Space Flight*, organizado por la Universidad de Princeton en colaboración con la Agencia Espacial Estadounidense.

⁷ La investigación de Fuller fue particularmente influyente en la producción de arquitectos como McHarg, John Todd, o Brenda y Robert Vale. Sus logros tuvieron especial vigencia a partir de la crisis del petróleo de la década posterior.

⁸ Foco que coincide con la inauguración del prototipo de Las Palmas en Rotterdam en el 2000 y que culmina en la exposición *Parasite Paradise* de 2003, o la posterior *School Parasites* de Wimby y Skor en 2004 (Marini *op.cit*).

⁹ en De Gracia (1992: 271), quien a su vez lo toma de Michel Foucault.

3. Gramática. Del rendimiento ecológico al rendimiento híbrido.

Después de 50 años de “espacio intensamente acondicionado”, el debate formal generado por la aparición de los medios de control mecánico en el espacio arquitectónico parece obsoleto (Rahim *op.cit.*: 177). La discusión se activa en torno a la posibilidad de un consenso expresivo de la arquitectura comprometida con la ecología¹⁰. El debate se generó en realidad en la década de los 50 y 60, con una serie de críticos¹¹ alineados para buscar un lenguaje adecuado para la “nueva naturaleza” en el contexto recién inaugurado de conciencia ecológica (Vidler 2010: 34). Sus claves debían definirse frente al repertorio bioclimático paliativo de la Modernidad, pero también frente a la retórica artefactual del estructuralismo Posmoderno. En la Contemporaneidad, a pesar de las cada vez más exigentes especificaciones de evaluación energética, este sigue siendo un debate abierto entre el “eco-manierismo”¹² radical y el racionalismo ecológico (Kallipoliti 2010: 14).

En este punto se propone un análisis comparado sobre los trabajos de Susannah Hagan y Lance Hosey. Hagan es arquitecta y directora de *Research into Environment and Design*, así como profesor e investigador de la escuela de Arquitectura del *London Royal College of Art*; Hosey es arquitecto y director del área en sostenibilidad en la consultora norteamericana RTKL. Su perfil está por tanto más cerca de la práctica profesional que de la academia. Pese a su pertenencia a entornos y culturas distantes, ambos autores coinciden prácticamente en la definición de tres axiomas principales. En *Taking Shape: A new contract between architecture and nature* (Hagan 2001) y *The Shape of Green: Aesthetics, ecology and design* (Hosey 2012) ambos establecen una agenda práctica en clave de diseño sostenible; una relación holística¹³ entre la técnica ambiental y sus consecuencias expresivas: simbiosis o forma contextual; diferenciación o forma eficiente; y visibilidad o forma atractiva. A continuación se analiza cómo estos criterios formales definen una gramática híbrida que avala la hipótesis de partida.

La **simbiosis o forma contextual** se centra precisamente en los vínculos estrechos y universales entre construcción bioclimática y su entorno. Según Hagan (*op.cit.*: xviii) el término define una “relación reactiva y no enfrentada de la arquitectura respecto al medio”. Esta propuesta ha sido ya defendida por muchas agendas de diseño eficiente y pone de manifiesto la relación inexorable entre el hábitat artificial y el entorno natural circundante. Más concretamente esta hipótesis define un entorno construido que “combata la entropía al modo en que lo hace un sistema natural” según la segunda ley de la termodinámica (*ibid.*: 101).

Pero la simbiosis operativa debe referirse a criterios de posición relativa, por tanto contextuales en sentido estricto. Esta debe poner en valor y definir los grados de adyacencia entre espacios de producción o respaldo ambiental y los espacios abastecidos, sean los de

¹⁰ Numerosos títulos publicados a partir del 2000 como *Taking Shape*, *The shape of green*, *Aesthetics of Sustainable Architecture*, *Design Ecologies*, *The environmental imagination*, *Morpho-ecologies*, *Solar Aesthetic*, *Green Shift*, etc... así lo avalan.

¹¹ Como Reyner Banham, Colin Rowe o John Summerson en representación de posturas tan alejadas como el *tecno-futurismo*, el formalismo o el funcionalismo (Vidler 2010).

¹² El término se vincula al “*Super-mannerism*” acuñado por Ray Smith en 1977 (Kallipoliti 2010: 124).

¹³ Otra agenda holística de diseño ecológico es la definida por Sim Van der Ryn en 1996 a través de cinco principios de carácter cualitativo (Ingersoll 2012: 585).

regulación-distribución climática en arquitecturas de base conservativa o los de captación-acumulación energética en arquitecturas bioclimáticas activas. Howard T. Odum fue uno de los primeros ecólogos en definir leyes morfológicas y contextuales basadas en las transferencias energéticas propias de determinados ecosistemas. En base a ellas, sus estudios distinguen entre los ecosistemas verticales basados en vectores de transferencia lineal cíclica y los horizontales, basados en patrones radiales. Frente a esta propuesta, Ábalos (2011: 3) define una “sintaxis espacial termodinámica” que atiende a los fenómenos de transferencia energética¹⁴.

La **forma eficiente o diferenciación**, es el más implicado en la definición de la sintaxis híbrida que se hará en el siguiente capítulo. En ambos textos el término trata de activar el debate sobre la diversidad tipológica de los distintos climas frente al poder unificador de la tecnología. Ambos defienden una forma que debe ser específica, y no genérica, para resolver adecuadamente la exigencia ambiental. En estricta atención a criterios de eficiencia la arquitectura se decanta por una atención prioritaria a soluciones climáticas ideales o estacionarias y una diferenciación unitaria: forma solar, forma térmica o forma aerodinámica (Porteous *op.cit*: 182; Hagan 2001: 78, Bloomer 1993: 8). Frente esta forma de eficiencia se propone una forma diferenciada capaz de operar simultáneamente a condiciones climáticas variables, y por tanto bimodal o redundante. Una diferenciación que responda con formas y tecnologías específicas a los diversos requisitos funcionales de la energía y el clima; una respuesta a la latitud geográfica pero también al contexto inmediato.

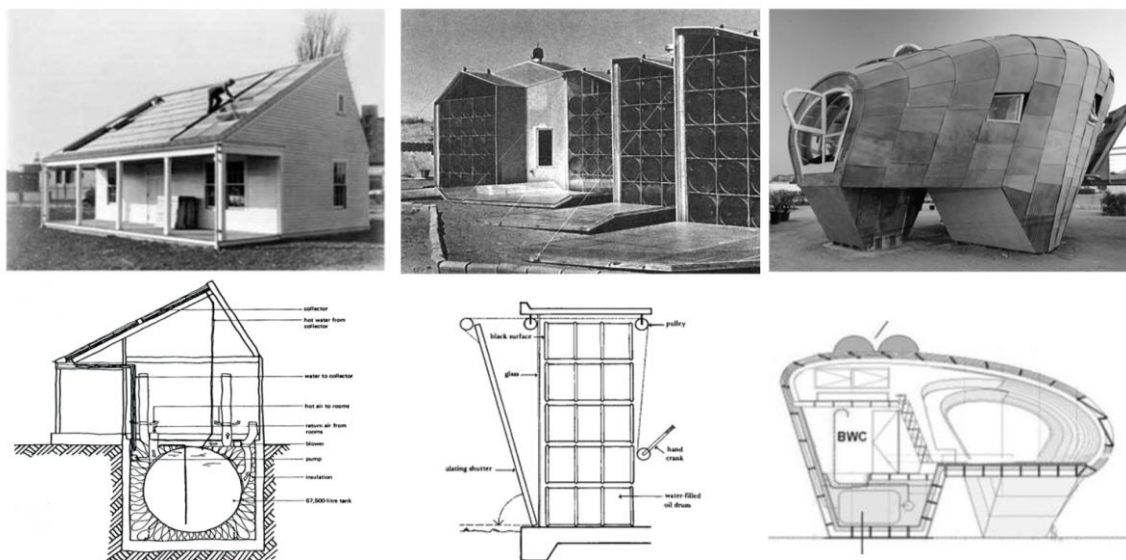


Fig.3. repercusión del tanque de acumulación en tres casas solares. Solar House del MIT (1939). SH de Steve Baer, Albuquerque (1949). SH del IAAC (2011).

Por último se analiza el principio de **visibilidad o forma atractiva** en Hagan o Hosey (*op.cit*: 7). Ambos autores coinciden en requerir para la arquitectura ecológica una forma visualmente atractiva, de forma que resulte más atractiva al consumidor (Hosey *op.cit*.) o desarrolle una

¹⁴ El taller realiza una investigación sobre forma y optimización energética, planteado sobre una “unidad experimental híbrida, compuesta por espacios demandantes y disipadores de energía” (Ábalos 2012).

cultura experimental nueva y consciente de sí misma (Hagan *op.cit.*). Pero en lugar de una puesta en escena de factura “verde” se propone una nueva figuración capaz de visibilizar y transparentar aspectos cuantitativos normalmente escamoteados por la arquitectura a favor de una normalización tipológica. Los arquitectos de finales del XIX encontraron recursos formales adecuados para incorporar sistemas de acondicionamiento muy complejos, y casi siempre voluminosos, dentro de la construcción tradicional, evitando con ello un debate contingente sobre la forma (Hawkes 1994).

Uno de los problemas más evidentes de la acumulación energética es el de su elevada exigencia dimensional. Analizando el conjunto de viviendas solares diseñadas entre los años 30 y 70, vemos patente el problema derivado de dicha acumulación y su relevancia en el diseño. El dispositivo captador, cuya superficie oscila entre el 40 y el 100% de la superficie de la casa, no supone una penalización de diseño relevante. Su geometría plana se acomoda fácilmente al plano de cubierta sin interferir en el diseño del espacio habitable¹⁵. Pero las imponentes dimensiones del dispositivo acumulador, que se abordan con rigor sólo en los primeros prototipos, equivalen suponen un 40 o 50% del volumen total de la casa. A partir de los años 50 esta elevada repercusión espacial provocará una paulatina reducción de su tamaño¹⁶ y una simétrica mengua de su eficacia. Arquitectos posteriores, como Alison y Peter Smithson, señalaron que la acumulación “carecía de precedentes de lenguaje en la arquitectura moderna” y por tanto, requería de invención creativa (*ibid.*: 475). Los británicos demostraron explotaron pronto el potencial formal de la captación y la acumulación energética. Sus obras, a partir de los 50, basculan sobre la intensificación de alguno de estos aspectos, atendiendo a la rentabilización de las preexistencias materiales en este mismo sentido.

Se ha justificado la traducción de los conceptos genéricos *forma contextual*, *forma eficiente* y *forma atractiva* hacia los procedimientos de *adyacencia*, *diferenciación* y *repercusión dimensional*. Definidos como variables de posición lineal, conformación volumétrica y dimensión superficial permitirán abordar la nueva sintaxis del híbrido y se analizarán de forma extensiva en los siguientes capítulos.

¹⁵ La adecuación tipológica estricta a una geometría eficiente obligaría a una inclinación de 67º en cubierta que provocaría gran cantidad de espacio no habitable. Las casas solares suelen optar por una cubierta asimétrica que responde a las necesidades de habitabilidad y captación de forma razonable. Para un estudio gráfico de este razonamiento ver Vale y Vale (1975: 21-27)

¹⁶ Una de las experiencias más afortunadas fue la de Steve Baer, en 1949. El propio cerramiento de la casa, una serie de bidones llenos de agua, sirve como espacio de almacenamiento térmico, y con ello reduce su exigencia dimensional (Vale y Vale *op.cit.*)

4. Sintaxis. Del rendimiento ecológico a la forma ecológica

"(...) even between two mechanical states we cannot explain evolution without topology. If forms were caught in a fix schema, they wouldn't be able to transform to another state by accident or divine intervention, because these interventions operate on redundancy. Parts that have one definition can change and obtain another definition, but parts without any definition can do likewise. It's everything but optimized; redundancy is a full upgrade of the optimized, which was already an upgrade of the minimal. This is a morphology of the provisional, not the optimal"

Spoybroek, L. 2008. The architecture for Continuity: Essays and conversations.

El capítulo de genealogía ha abordado una investigación cronológica del híbrido, tratando de anticipar sus implicaciones energéticas y ecológicas; la gramática parte de un razonamiento inverso, analizando una posible sintaxis híbrida que vincule sistemas formales con un patrón de rendimiento energético. Como cierre, el presente capítulo pretende implicar y vincular ambas metodologías, estudiando una serie de casos catalogados en base topológica, que implique en la misma medida los asuntos de figuración híbrida como los relativos a rendimiento energético y ecológico.

Para la definición primaria ha optado por priorizar la categoría de redundancia que congrega los de diferenciación híbrida y hiperestatismo ecológico detectados en capítulos previos. Sobre ella se registran los distintos grados de hibridación -material, geométrica, contextual e infraestructural-. Al hilo de los objetivos perseguidos, las categorías secundarias responden al tipo de diferenciación morfológica, la forma de agregación y el modo de transferencia energética, que derivan de la gramática híbrida definida anteriormente.

Dado que las relaciones de reciprocidad entre las partes no son tanto funcionales como de posición, la catalogación se hará no tanto en base tipológica como topológica¹⁷. Se considerarán por igual los rasgos tectónicos como su rendimiento termodinámico: "el espacio métrico y el espacio topológico" simultáneamente (Kwinter 2008; Elvira *op.cit.*: 267). Aunque se han registrado aspectos relativos a rendimiento energético¹⁸ y a tipología híbrida, sobre ellos se ha priorizado una clasificación topológica que permita una verificación del fenómeno híbrido y sobre todo su aplicación proyectual a sucesivas escalas. Su estructura se inicia pues por implicaciones constructivas y alcanza decisiones proyectuales de mayor rango, sean contextuales o infraestructurales. Esta nueva sintaxis permite vincular la rentabilidad ambiental o energética con una serie de decisiones de diseño, de manera que alumbre las reglas de una combinatoria híbrida para el proyecto ecológico.

El empeño por definir una taxonomía descriptiva para el proyecto arquitectónico no es un tema novedoso. La sintaxis¹⁹ espacial como método de diseño puede sin embargo considerarse

¹⁷ El término se toma de Ruby y Durandin (2004), donde define una organización con capacidad adaptativa que sustituye la tipología normativa (*ibid.*: 129).

¹⁸ La naturaleza de la energía intercambiada, bien sea según su fuente -mareomotriz, solar, eólica, geotérmica, calorífica, biomasa- y sus formas de transferencia termodinámica -conducción, convección, radiación, evapotranspiración-.

¹⁹ La taxonomía, frente a la sintaxis, es un análisis descriptivo y no tanto operativo para el proyecto. Sólo es eficaz cuando se refiere a la clasificación de poblaciones relativamente estables como las relativas a

un asunto contemporáneo; inaugurada por Hillier y Hanson (1989), ha sido revisada más tarde por el trabajo de O.M.A.²⁰. Desde esta perspectiva la arquitectura opera como mediador físico que posibilita determinadas formas de organización social, y lo hace a través de genotipos espaciales reconocibles. Su interés radica en diluir el concepto tipológico y generar estructuras abiertas, organizadas según ciertas leyes de agregación. Este análisis sintáctico, pese a su reduccionismo, es el más sofisticado que había hasta el momento. Muchas otras herramientas de sintaxis espacial paramétrica se han desarrollado en los últimos años. Pero su carácter excesivamente utilitarista y su desatención por “la belleza o la creatividad del diseño” han motivado su escaso impacto en el discurso arquitectónico (Schumacher 2012: 39).

La mayor parte de secuencias espaciales registradas por Hillier y Hanson (*op.cit.*) se explican con esquemas de cadena lineal, en anillo o en árbol, y se aplican sobre la sección horizontal del espacio. Frente a esta propuesta, Ábalos (2011: 3) define una “sintaxis espacial termodinámica” que se explica fundamentalmente en la sección vertical. El campo de estudio no atiende a las relaciones programáticas sino a los fenómenos de transferencia energética, que sustituyen los patrones dinámicos aleatorios del primero por leyes termodinámicas identificables. La sustitución de la herramienta de secuencia lineal bidimensional por la de agregación tridimensional, permite acometer un diseño efectivo del espacio en lugar de analizarlo esquemáticamente.

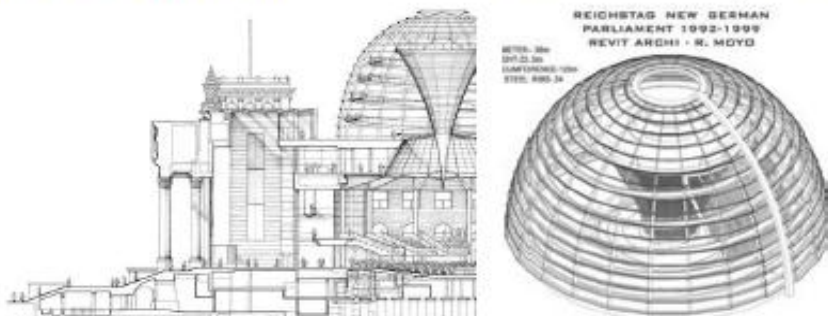
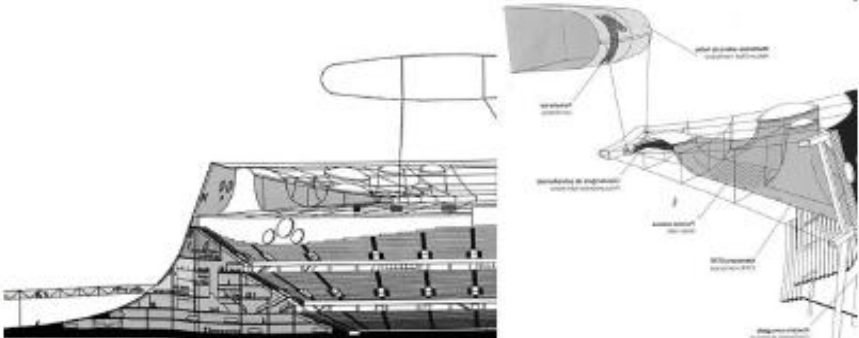
La clasificación que se propone en esta tesis supone una fusión de ambas sintaxis, por cuanto recupera el interés de lo tectónico en el discurso termodinámico. Pese a la “consideración microscópica de los límites termodinámicos” (Addington y Schodek 2005: 53) la sintaxis propuesta pretende responder a escalas sucesivas del diseño, solapadas y no excluyentes. Pese a “la naturaleza compleja e integrada de los fenómenos termodinámicos” o de los procesos metabólicos, se ha empleado una “clasificación por categorías discretas separadas entre sí” (Ábalos 2011: 23).

Además de incluir los aspectos tectónicos y termodinámicos, se ha optado por priorizar el concepto de redundancia, que congrega y amplía los conceptos de diferenciación y agregación sintáctica detectados en el capítulo anterior. El término redundancia es una traducción literal de la voz anglosajona *redundancy*. Su empleo en la Teoría de la Información desde 1924 se debe a Harry Niquist, quien lo acuñó en referencia a las partes prescindibles de un mensaje, cuya eliminación permitiría reducirlo a su mínima expresión. En la Teoría matemática de Shannon se demuestra que la redundancia en el mensaje reduce la posibilidad de fracaso, asegura fiabilidad y se considera “fuente de creatividad e innovación”²¹. Su aplicación posterior a la biología evolutiva permite analizar la resistencia trófica derivada de la repetición de unidades estructurales en algunas especies. Las formas redundantes permiten mantener la funcionalidad de dicha especie, al tiempo que permiten su evolución experimental.

fauna o flora. Ver Millán Gómez, A. 1983. Aproximación a una taxonomía topológica de formas arquitectónicas y urbanas. Universidad Politécnica de Cataluña.

²⁰ Sus conexiones con la sintaxis de Hillier y Hanson se abordan profusamente en Dovey, K. 2010. “Rem Koolhaas and Spatial Segmentarity”. *Becoming Places: Urbanism /Architecture* / pp:103-125

²¹ Ver Ballart, X. 1993. Teoría de la Organización, vol. 2. La dinámica organizativa. Pp.: 226.

4.2.3	Foster, N. Reichstag (Berlin 1991)	Oceánico	T	M	E	C
<div> <div>E3</div> <div> <div>A</div> <div>Concéntrico</div> </div> <div> <div>T</div> <div>mix-use</div> <div>macia</div> <div>sistemas</div> <div>termodinám.</div> </div> <div> <div>F</div> <div>solar</div> <div>aerodinámica</div> <div>térmica</div> </div> <div> <div>RP</div> <div>c</div> <div>r</div> <div>cv</div> <div>ev</div> </div> <div> <div>RA</div> <div>M</div> <div>G</div> <div>S</div> <div>W</div> </div> <div> <div>T</div> <div>O</div> <div>C</div> </div> </div>						
						
4.3.3	Njiric + Arhitekti, Estadio Za(breg) (Zagreb 2008)	Oceánico	T	M	E	C
<div> <div>H4</div> <div> <div>A</div> <div>Apilado</div> </div> <div> <div>T</div> <div>mix-use</div> <div>macia</div> <div>sistemas</div> <div>termodinámica</div> </div> <div> <div>F</div> <div>solar</div> <div>aerodinámica</div> <div>térmica</div> </div> <div> <div>RP</div> <div>c</div> <div>r</div> <div>cv</div> <div>ev</div> </div> <div> <div>RA</div> <div>M</div> <div>G</div> <div>S</div> <div>W</div> </div> <div> <div>T</div> <div>O</div> <div>C</div> </div> </div>						
						
4.4.1	OSS, Urban Space Station (Nueva York 2007)	Continental	T	M	E	C

4.3.1	Referencia al nº de capítulo
X0	Numeración del caso de acuerdo al índice dado en el cap. 4, pág. 179.

A	Agregación espacial (lateral, apilado, envolvente concéntrica)
T	Técnica híbrida según Genealogía
F	Forma ecológica , (solar, aerodinámica o térmica)
RP	Rendimiento pasivo. c: conducción; r: radiación; cv: convección; ev: evapotranspiración.
RA	Rendimiento Activo. Naturaleza de la energía procesada, en caso de haberla. Puede derivar de fuentes primarias o secundarias (residuales), distribuidas así: <ul style="list-style-type: none"> a) Fuentes primarias: M: mareomotriz; G: geotérmica; E: cogeneración; S: solar; W: eólica; b) Fuentes secundarias: O: emisiones gaseosas; C: residuo orgánico sólido; T: calor residual

Aplicado a forma arquitectónica, dicha redundancia puede concretarse en la íntima combinación de morfologías definidas por oposición geométrica, pero también en otras superposiciones vinculares más complejas. Esta acepción puede asociarse fácilmente con el concepto de hiperestatismo estructural, antítesis de eficiencia isostática²². La redundancia morfológica permite adecuarse a una condición ambiental de alta incertidumbre, que no podría afrontarse adecuadamente por medio de una morfología unitaria, por muy eficiente que fuera su diseño. La redundancia morfológica en el diseño supone por tanto una “actualización completa del concepto de forma óptima” de la Posmodernidad, que a su vez sustituyó al de forma mínima de la Modernidad (Spuybroek 2008: 198).

5. Conclusiones: Para una metodología híbrida del proyecto ecológico.

Ampliación conceptual del término híbrido en arquitectura.

Las sucesivas acepciones del fenómeno híbrido en arquitectura se solapan como hemos visto a una estricta clasificación cronológica. El *anti-tipo* híbrido sustenta su vigencia histórica a través de distintos beneficios, cuyo rastreo ha permitido ampliar la definición de híbrido establecida por el estado del arte, así como transparentar su progresivo compromiso con los presupuestos de la ecología. Se ha demostrado que el híbrido, cuando obedece a la acumulación autosuficiente de funciones urbanas (*mixed-use*), está en las antípodas de un sistema ecológico. Sin embargo, los ejemplos de *máquina termodinámica* analizados en este trabajo nos permiten restaurar la validez ecológica del término en varios sentidos.

Dependencia binaria entre Forma híbrida y Rendimiento ecológico (binomio form-performance)

Aunque puede hablarse de una toma de conciencia extensiva sobre los requerimientos del diseño sostenible, lo ambiental todavía se considera en general como información adjetiva que puede suministrarse al proyecto arquitectónico *a posteriori* para satisfacer determinados índices de evaluación. Pero la naturaleza *contraintuitiva* de las solicitudes termodinámicas en el espacio demanda la utilización de herramientas digitales de evaluación ambiental como parte estructural del proceso creativo, desafiando una metodología de proyecto que ha confiado históricamente en intuiciones tectónicas (Najle *op.cit.*). El propio proceso creativo del proyecto oscila así entre los dos extremos del binomio forma-rendimiento.

Relevancia energética de la redundancia tipológica respecto a la intensificación tecnológica

La arquitectura ambientalista ha respondido en los últimos años al envite de la sostenibilidad mediante una creciente intensificación tecnológica y una similar desatención por la experimentación tipológica. Este compromiso del arquitecto con las decisiones relativas al detalle constructivo es sorprendente si constatamos que implican un mayor riesgo de fracaso que el empleo de estrategias espaciales pasivas (Porteous *op.cit.*). Esto puede obedecer a la excesiva confianza de los arquitectos en consultorías ambientales externas, pero también a la

²² “El hiperestatismo conduce a una mayor rigidez y economía del conjunto, aunque es más exigente en cuanto a condiciones de sustentación y enlace”. Ver Torroja Miret, E. 1957. Razón y ser de los tipos estructurales. Instituto de la Construcción y del Cemento. CSID.

elevada repercusión dimensional de la técnica climática, en especial la pasiva, que ha sido interpretada como una penalización al programa funcional. La sofisticación técnica acude por el contrario a la máxima reunión de exigencias climáticas en busca del menor consumo dimensional. Se ha definido así una familia de cerramientos superdotados –higroscópicos, *electrocrómicos*, fotovoltaicos, radiantes, aislantes y auto-limpiantes- que por lo general no rentabilizan los aspectos morfológicos de su diseño a escalas sucesivas. Esto ha oscurecido la posibilidad de amortizar el solape funcional, por tanto redundante, entre los espacios de producción energética o regulación climática y aquellos a los que dan respaldo -de habitación en el sentido genérico-.

Destitución del principio de eficiencia energética por el de redundancia ecológica.

La entidad arquitectónica se justifica en origen como acto de protección frente al medio y sus sucesivos progresos técnicos -y morfológicos- se producen también solicitados por la incertidumbre ambiental. La solicitud del ambiente fue interpretada en los 70 como imperativo de eficiencia energética, y no provocó simétricamente una aproximación más holística al diseño arquitectónico (Ingersoll *op.cit.*). Según se ha deducido de la investigación, la arquitectura de compromiso ambiental se dirime en la contemporaneidad entre una independencia activa basada en la autosuficiencia y una nueva independencia híbrida definida por combinación de actores diversos (Wagensberg *op.cit.*; Weinstock *op.cit.*). Este supuesto reemplaza una cultura de la reducción basada en la estandarización y la eficiencia –heredera de la crisis del petróleo- por una cultura ecológica basada en la diferenciación y la redundancia – propia de la crisis climática-. Si el vigor híbrido es sinónimo de superioridad funcional, la redundancia, así descrita, es garante de resistencia estructural frente a la incertidumbre del medio. La redundancia reúne los conceptos de “híbrido” como condición espacial duplicada y de “ecológico” como condición vincular hiperestática.

Justificación: Sobre híbridos y monstruos

Se ha constatado el rechazo de la disciplina por el carácter monstruoso y excéntrico del híbrido frente al concepto de armónica clásica, cuya aceptación universal en lo estilístico no ha sido cuestionada (Baker *op.cit.*; Weinstock *op.cit.*; Ábalos *op.cit.*; González de Canales *op.cit.*; Teyssot *op.cit.*; Jencks *op.cit.*). Su caracterización puede considerarse también antítesis del decoro moderno, al que como hemos demostrado desplaza por su superioridad funcional. Se reivindica por tanto la necesidad de una nueva sensibilidad desprejuiciada, en que el concepto estático de belleza y el de viabilidad ecológica puedan redefinirse mutuamente.

6. Procesos de adaptación al formato/línea editorial de ARQUIA

La tesis presentada puede considerarse algo ajena a la línea editorial de ArquiTesis, por cuanto se desplaza a un ámbito mestizo entre la investigación arquitectónica histórica y otra marcadamente tecnológica. Esta dicotomía sin embargo permitiría una acentuación estratégica de asuntos más fácilmente reconocibles como análisis histórico-interpretativo, y una atenuación de los aspectos tecnológicos, cuantitativos o numéricos que puedan resultar farragosos en una lectura narrativa.

Los recursos gráficos incluidos (gráficos, imágenes, tablas) requerirían de un trabajo de tratamiento y maquetación más adaptados al formato de la colección.

En cuanto a la extensión de la tesis, parece razonable abreviar su extensión al entorno de las 40.000 palabras, reduciendo 20.000 al estado actual. La estructura excesivamente rutinaria y clasificatoria de algunas partes del índice podrían transformarse en una lógica más discursiva.