

La casa del mañana es un ser vivo hoy: metamorfosis del hábitat mecanicista hacia un conjunto sostenible. *The House of Tomorrow is a living being today: metamorphosis of the mechanistic habitat towards a sustainable whole*

Ana Patricia Minguito García
Universidad Politécnica de Madrid
ORCID: 0000-0003-4117-6400

Traducción Translation Ana Patricia Minguito García

DOI: <https://doi.org/10.31921/constelaciones.n12a3>

Palabras clave **Keywords**

Casa del mañana, hábitat mecanicista, hábitat autosuficiente, hábitat sostenible, piel arquitectónica, reconciliación ambiental, *antropo*, *natura*, hogar
House of tomorrow, *mechanistic habitat*, *self-sufficient habitat*, *sustainable habitat*, *architectural skin*, *environmental reconciliation*, *anthropo*, *natura*, *home*

Resumen

La casa del mañana esconde una genealogía de proyectos mecanicistas direccionados hacia una perspectiva autosuficiente de gestión energética y de recursos. Desde mediados del siglo xx, y de la mano de Le Corbusier, Buckminster Fuller o el New Alchemy Institute, se materializan ciclos metabólicos regenerativos en prototipos domésticos, gracias a la creación de una codependencia entre humanos y especies naturales. Contextualizar estos modelos mecanicistas a las demandas de la sociedad contemporánea, implica hacer evolucionar la teoría del habitar hacia una reconciliación ambiental. Para acercarse a la constitución de un conjunto sostenible, es fundamental lograr una relación de mediación entre el hogar y su entorno natural. Y aquí es donde la piel arquitectónica juega un papel protagonista. Mediante el análisis de la metamorfosis experimentada por la envolvente de diferentes hábitats domésticos autosuficientes, se desvelan los principios básicos sobre los que erigir las próximas *casas del mañana*.

Abstract

The House of Tomorrow hides a genealogy of mechanistic projects developed under a self-sufficient perspective of energy and resource management. Since the mid-twentieth century, disciples of Le Corbusier, Fuller, and the New Alchemy Institute have been creating regenerative metabolic cycles in domestic prototypes. To achieve this end, it is essential to build a co-dependence between humans and natural species. Contextualizing these mechanistic models to the demands of contemporary society implies evolving the theory of dwelling toward an environmental reconciliation. To achieve an approach to the constitution of sustainable ensembles, it is crucial to achieve a mediation relationship between home and nature. And this is where the architectural skin plays a leading role. The analysis of the metamorphosis undergone by different self-sufficient domestic envelopes clarifies some basic principles on which to build the next *houses of tomorrow*.

El título que introduce el presente artículo acota hacia dónde parece encaminarse la investigación sobre *la casa del mañana*. Desde su definición inicial como prototipo mecanicista, el estudio de la casa como lugar del *oikos* ha generado una amplia genealogía de modelos que han evolucionado el concepto del hábitat doméstico hasta una vertiente autosuficiente. En el contexto actual, esta vertiente se personaliza en hallar una forma alternativa de habitar que ponga en práctica una reconciliación ambiental entre casa y entorno natural.

Avanzando hacia dicho propósito, se realiza una revisión analítica del prototipo mecanicista, buscando actualizar su componente autosuficiente hacia el paradigma de la sostenibilidad. Partiendo de este objetivo, la investigación persigue visibilizar las relaciones existentes entre la concepción dual de la casa como máquina y sistema ecológico. Esto se lleva a cabo a través del estudio de la metamorfosis que experimenta la piel del hábitat en diferentes arquitecturas domésticas construidas con dicho fin.

Indagar sobre el papel que juega la envolvente como mediadora, permite recopilar un catálogo de pieles con distinta fisionomía: desde elementos ajenos al metabolismo mecanicista hasta conjuntos capaces de reaccionar con su contexto, pasando por membranas customizadas según condicionantes internos, contornos introspectivos que se aíslan del exterior, y límites que ansían convertirse en espacios habitables.

Fig. 1. Fuller, B. Imágenes de la Dymaxion Deployment Unit, 1939. *The New York Times*, Washington.



The title of this article outlines where research on *the House of Tomorrow* seems to be heading. From its initial definition as a mechanistic prototype, the study of the house as a place of the *oikos* has generated a wide genealogy of models that have evolved the concept of the domestic habitat to a self-sufficient aspect. In the current context, this aspect is personalized in finding an alternative way of living that puts into practice an environmental reconciliation between the house and the natural environment.

Moving towards this purpose, an analytical review of the mechanistic prototype is carried out, seeking to update its self-sufficient component towards the paradigm of sustainability. Based on this objective, the research seeks to make visible the existing relationships between the dual conception of the house as a machine and an ecological system. This is carried out through the study of the metamorphosis that the skin of the habitat undergoes in different domestic architectures built for this purpose.

Inquiring about the role played by the envelope as a mediator allows us to compile a catalog of skins with different physiognomy: from elements alien to mechanistic metabolism to sets capable of reacting with their context, through membranes customized according to internal conditions, introspective contours that are isolated from the outside, and limits that yearn to become habitable spaces.

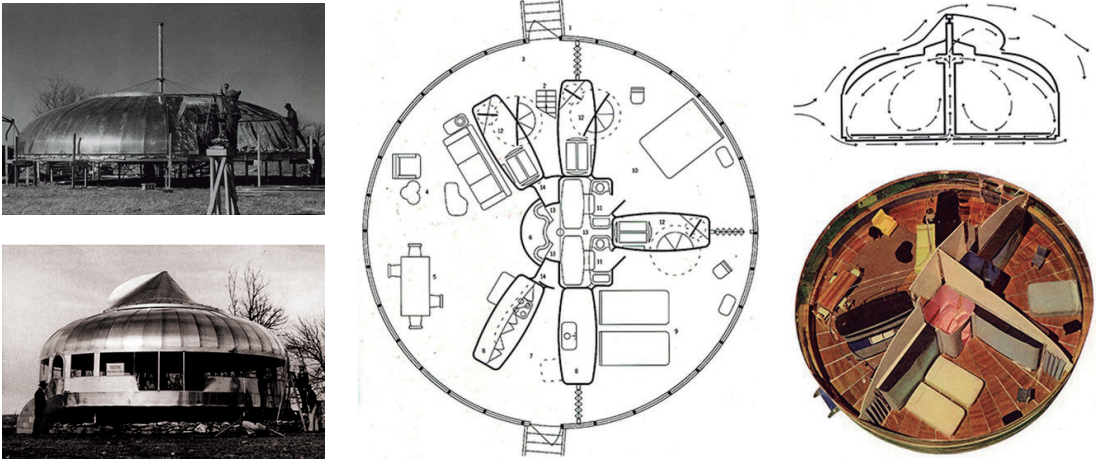


Fig. 2. Fuller, B. Imágenes, planos y gráficos de la Wichita House, 1946. Archivo digital casa-abierta.com, Kansas.

El resultado final extrae una *imagen* esclarecedora de cómo ha evolucionado esa *casa del mañana* hasta el día de hoy, y cuál es su proyección para un futuro próximo.

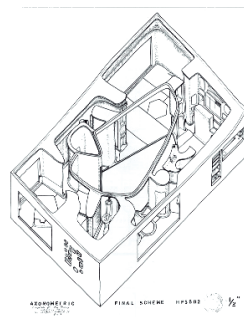
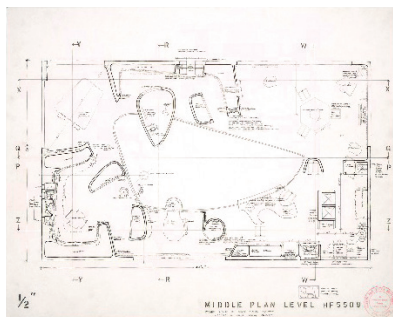
Un contexto generacional para la casa del mañana. El hábitat mecanicista nace con algunas arquitecturas constructivistas rusas de principios del siglo xx. No obstante, es en 1923 cuando Le Corbusier introduce en *Vers une architecture* explícitamente el concepto “máquina de habitar”, consolidando con ello la cuestión mecanicista en arquitectura. Esto influye considerablemente en otros contemporáneos como Jean Prouvé o Buckminster Fuller, cuya imaginería ingenieril para los refugios de la Segunda Guerra Mundial destaca notablemente.

El módulo de la Dymaxion Deployment Unit inaugurado en 1940, se enuncia como el primer hábitat autónomo funcional. (Fig. 1) Este modelo recurre al planteamiento mecanicista para esbozar un proyecto autosuficiente,

The result extracts an enlightening *picture* of how this *house of tomorrow* has evolved to the present day, and what its projection is for the near future.

A generational context for the house of tomorrow. The mechanistic habitat was born with some Russian constructivist architectures of the early 20th century. However, it was in 1923 that Le Corbusier explicitly introduced the concept of “inhabiting machine” in *Vers une architecture*, thus consolidating the mechanistic question in architecture. This had a considerable influence on other contemporaries such as Jean Prouvé or Buckminster Fuller, whose engineering imagery for the shelters of the Second World War stands out.

The module of the Dymaxion Deployment Unit Inaugurated in 1940, is declared as the first functional autonomous habitat. (Fig. 1) This model uses the mechanistic approach to outline a self-sufficient project, which carries out the basic functions of domestic sanitation without the need for machinery external to the infrastructure itself. Years later, the Wichita House He fine-tuned this prototype by incorporating a central hatch that optimizes air renewal. (Fig. 2) The refinement of this technological envelope culminates in the project of the Autonomous-living-unit in 1946. (Fig. 3) This Fullerian *Habitat within a Habitat* lays the foundations for the theoretical and practical definition of the house. Here, a mechanistic skin made of *independent cells* allows the housing record to be conditioned using a space mattress that functions as a hygrothermal buffer. (1)



que lleva a cabo las funciones básicas de salubridad domésticas sin necesitar maquinaria ajena a la propia infraestructura. Años más tarde, la Wichita House afina este prototipo incorporando una escotilla central que optimiza la renovación de aire. (Fig. 2) El perfeccionamiento de esta envolvente tecnológica culmina con el proyecto de la Autonomous-living-unit en 1946. (Fig. 3) Este fullleriano *hábitat dentro de otro hábitat* asienta las bases para la definición teórica y práctica de la casa como conjunto. Aquí, una piel mecanicista confeccionada a base de *celdas independientes*, (1) permite acondicionar la cédula habitacional mediante un colchón espacial que funciona como amortiguador higrótico.

Fig. 3. Izq. Fuller, B. The autonomous-living-unit, 1946. John Wiley and Sons, Nueva York.

Fig. 4. Central y der. Smithson, A; Smithson, P. Axonometría del esquema final sobre la casa del mañana, 1956. Daily Mail Ideal Home Exhibition, Londres.

Diez años más tarde, Alison y Peter Smithson proyectan una versión de *casa del mañana* para la *Ideal Home Exhibition* de Londres. (2) (Fig. 4) Aunque no supone un avance en la definición autosuficiente del hábitat, este ejemplo aporta una gran solidez mecanicista. La envolvente no es la parte más destacable, sino que son otros componentes menores —como el ventilador solar integrado, el colector electrostático de filtrado de aire o distintos electrodomésticos—, los que marcan las directrices de esa *vida del mañana*. (3) Esta proyección del hábitat como ensamblaje de máquinas, señala que la cuestión mecanicista no solo afecta a la envolvente, sino que se involucra directamente en la propia dinámica del habitar.

Ten years later, Alison and Peter Smithson designed a version of the *house of tomorrow* for the Ideal Home Exhibition in London. (2) (Fig. 4) Although it does not represent an advance in the self-sufficient definition of habitat, this example provides great mechanistic solidity. The enclosure is not the most remarkable part, but other minor components —such as the integrated solar fan, the electrostatic air filtering collector, or various appliances— that set the guidelines for this *life of tomorrow*. (3) This projection of the habitat as an assembly of machines indicates that the mechanistic question not only affects the envelope but is directly involved in the very dynamics of inhabiting.

The significance of these models lies in their ability to build a balance between machine and home. (4) They are an example of the connection between the house, conceived as a mechanistic three-dimensional collection, and Reyner Banham's environmental assemblage. Hence, they are used as an argument for the subsequent manifesto *living machine* of the 1990s, in favor of the self-sustaining prototype as a viable habitat model. (5) Although the team from the New Alchemy Institute in California — the author of the manifesto — manages to create a domestic metabolic cycle capable of regulating its indoor climate independently of the outside, it also denounces the contextual problems associated with the habitat that closes in on itself.

From here, the debate to define *the house of tomorrow* is focused on environmental management, which seeks to turn the environment into one more constructive element of the self-sufficient complex. Contemporary questions about global warming, recycling, and sustainability are born out of the conceptualization of these prototypes as mini-ecosystems in their own right.

La trascendencia de estos modelos radica en su capacidad por construir un equilibrio entre máquina y hogar. (4) Conforman una muestra de la conexión existente entre la casa concebida como una colección tridimensional mecanicista y el ensamblaje ambiental de Reyner Banham. De ahí que se utilicen como argumento del posterior manifiesto *living machine* de los años 90, a favor del prototipo autosuficiente como modelo de hábitat viable. (5) Aunque el equipo del New Alchemy Institute de California —autor del manifiesto— consigue crear un ciclo metabólico doméstico capaz de regular su clima interior con independencia del exterior, también denuncia la problemática contextual asociada al hábitat que se cierra sobre sí mismo.

A partir de aquí, el debate por definir *la casa del mañana* se enfoca desde una gestión ambiental, que busca convertir al entorno en un elemento constructivo más del conjunto autosuficiente. Las cuestiones contemporáneas sobre el calentamiento global, el reciclaje y la sostenibilidad nacen de la conceptualización de estos prototipos como mini-ecosistemas en sí mismos.

Este relevante acercamiento demanda la utilización de un vocabulario propio que contribuya a su definición. Se plantea incorporar el vocablo *antropo* como constructo cultural de todo lo referente a la actividad del ser humano —incluyendo el “yo y mis circunstancias” de Ortega y Gasset—. Como contrapunto, la *natura* busca unificar todas las dinámicas metabólicas terrestres. Introduciendo la relación establecida en el “parlamento de las cosas” de Bruno Latour, (6) y la correlación artificio-mecánica defendida por Isabelle Stengers, (7) se propone la aplicación del binomio antropo-natura como elemento base con el que construir las próximas *casas del mañana*.

Una sólida relación entre naturaleza y ser humano permite albergar nuevos modos posibles de habitar. *La casa del mañana* ya no precisa ser simplemente un mero objeto mecanicista; lo que insta es a convertirse en un conjunto sostenible capaz de construir interacciones positivas entre hogar y contexto. Y en este proceso de transformación, la piel arquitectónica desempeña un papel fundamental.

This relevant approach demands the use of its own vocabulary that contributes to its definition. It is proposed to incorporate the word *anthropo* as a cultural construct for everything related to the activity of the human being—including Ortega y Gasset’s “I and my circumstances”. As a counterpoint, *nature* seeks to unify all terrestrial metabolic dynamics. Introducing the relationship established in Bruno Latour’s “parliament of things” (6) and the artifice-mechanical correlation defended by Isabelle Stengers, (7) the application of the anthropo-nature binomial is proposed as a base element with which to build the next *houses of tomorrow*.

A solid relationship between nature and human beings allows us to host new possible ways of inhabiting. *The House of Tomorrow* no longer needs to be simply a mechanistic object; What it calls for is to become a sustainable whole capable of building positive interactions between home and context. In this process of transformation, the architectural skin plays a fundamental role.

Five permeabilities in the skin of the domestic habitat. This change of focus begins to be addressed in different domestic prototypes built since the 70s. Examining formal, technical, and cultural issues, (8) the following exhibition investigates how the mechanistic approach to the habitat evolves from the transformation of its envelope. Rather than following a purely chronological development, the case studies are selected and ordered according to the increase in the permeability of the habitat self-sufficient with its exterior. A total of five groups of architectural skins epitomize this paradigm shift. (Fig. 5)

Cinco permeabilidades en la piel del hábitat doméstico. Este cambio de enfoque comienza a abordarse en diferentes prototipos domésticos construidos desde los años 70. Examinando cuestiones formales, técnicas y culturales, (8) la muestra recogida a continuación indaga en cómo evoluciona la aproximación mecanicista del hábitat a partir de la transformación de su envolvente. En lugar de seguir un desarrollo puramente cronológico, los casos de estudio se seleccionan y ordenan según aumenta la permeabilidad del hábitat autosuficiente con su exterior. Un total de cinco grupos de pieles arquitectónicas personifican este cambio de paradigma. (Fig. 5)

La *piel ajena* de las Integral Urban y Autonomous Houses permite albergar un proyecto autosuficiente en dos casas tradicionales de Berkeley y Southwell, en 1974 y 1993 respectivamente. Ninguna utiliza la envolvente como un elemento activo del ciclo mecanicista, sino que ignoran intencionadamente su presencia para centrar la atención en la maquinaria interna del hogar.

La holandesa Autonomous Dome de Jaap't Hooft construida un par de años antes, incluye este uso de la casa como refugio para acercarse un poco más a la condición de mediación. Gracias a una disgregación del hábitat en *pieles customizadas*, se adaptan las peculiaridades del sistema a las del exterior. Ese mismo año 1972, se inicia una larga saga de prototipos caracterizados por confeccionar hábitats autosuficientes en entidades completamente estancas. El experimento ruso BIOS-3 de 1972, y el norteamericano Biospheric Test Module de 1986, dan cabida a un entorno habitable bajo una *piel introspectiva* solo activa al interior.

Trabajar en un vínculo de reconciliación con el entorno implica que la propia arquitectura del hogar se convierta en una especie de *piel habitable*. El filtro mecanicista de la Ecological House se beneficia de su resistencia y transpirabilidad para adecuar la dinámica doméstica al clima de Londres de 1972. No obstante, la mediación definitiva no llega hasta varios años después, cuando la envolvente se transforma en *piel reactiva* y permite al con-

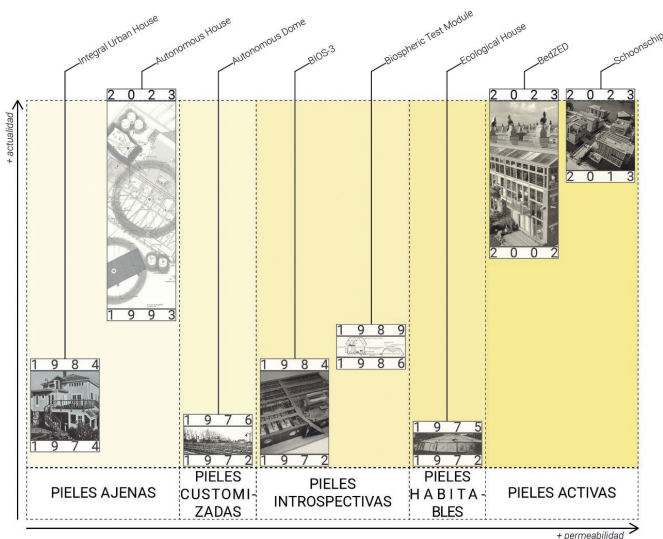


Fig. 5. Minguito, A. P. Diagrama metodológico de ordenación de los casos de estudio según el tipo de piel-envolvente utilizada y la duración de su vida útil, 2023. Elaboración propia.

dicionante exterior operar activamente en la definición del espacio interior. El vecindario inglés Bedzed de comienzos de este siglo, y el más reciente Schoonschip del norte de Ámsterdam, son muestras de hábitats autosuficientes y sostenibles vigentes hoy. En ellos, el límite de la casa se extiende al de ecosistema por medio de una piel que pierde su tradicional apariencia en favor de una red de materia y energía. Esto consigue que el proyecto se involucre de forma positiva en la reconstrucción del contexto natural, sin dejar de lado su identidad mecanicista.

Analizando pormenorizadamente esta metamorfosis, se puede materializar una vía por la que crear conjuntos domésticos en sintonía con su entorno.

Pieles ajenas. Las Integral Urban y Autonomous Houses exponen dos formas de envolver un espacio doméstico con una *piel ajena* a la dinámica mecanicista. En 1974, Helga y William Olkowski introducen en una casa victoriana de la ciudad de Berkeley, la maquinaria y los huéspedes antropo-natura necesarios para poner en marcha un proyecto autosuficiente. (Fig. 6) Dos décadas más tarde, Brenda y Robert Vale continúan esta voluntad de preservar el patrimonio estético de la parroquia inglesa de Southwell, levantando con ladrillo rojo local una estructura tipo de catedral normanda



Fig. 6. Olkowski, H; Olkowski, B. Comparativa entre apariencia exterior y sistema de soporte vital interior de la Integral Urban House, 1979. Farallones Institute, California.

The *alien skin* of the Integral Urban and Autonomous Houses allows a self-sufficient project to be housed in two traditional houses in Berkeley and Southwell, in 1974 and 1993 respectively. None use the envelope as an active element of the mechanistic cycle but intentionally ignore its presence to focus attention on the internal machinery of the home.

The Dutch Autonomous Dome by Jaap't Hooft, built a couple of years earlier, includes this use of the house as a refuge to get a little closer to the condition of mediation. Thanks to a disintegration of the habitat into *customized skins*, the peculiarities of the system are adapted to those of the exterior. That same year, 1972, began a long saga of prototypes characterized by making self-sufficient habitats in completely watertight entities. The Russian BIOS-3 experiment of 1972, and the American Biospheric Test Module of 1986, make room for a habitable environment under an *introspective skin* only active inside.

Working on a bond of reconciliation with the environment implies that the architecture of the home itself becomes a kind of *habitable skin*. The Ecological House's mechanistic filter benefits from its strength and breathability to adapt the domestic dynamics to the London climate of 1972. However, the definitive mediation does not come until several years later, when the envelope becomes a *reactive skin* and allows the external conditioning factor to operate actively in the definition of the interior space. The English neighbourhood of Bedzed at the beginning of this century, and the more recent Schoonschip in the north of Amsterdam, are examples of self-sufficient and sustainable habitats in force today. In them, the boundary of the house is extended to that of the ecosystem using a skin that loses its traditional appearance in favor

como contenedor arquitectónico de la Autonomous House. (9) La única actitud de mediación con el entorno de ambas cáscaras es el aprovechamiento de la energía fotovoltaica y reciclado de lluvia. (Fig. 7)

Estas pieles no participan de forma activa en el ciclo metabólico autosuficiente. La supervivencia del hábitat depende únicamente de la convivencia entre máquina y huésped. Basándose en el principio de *compartir la mesa*, los recursos desperdiciados por una parte del sistema se convierten en insumos de otra: la materia fecal del antropo descompuesta en el Clivus Multrum se uti-

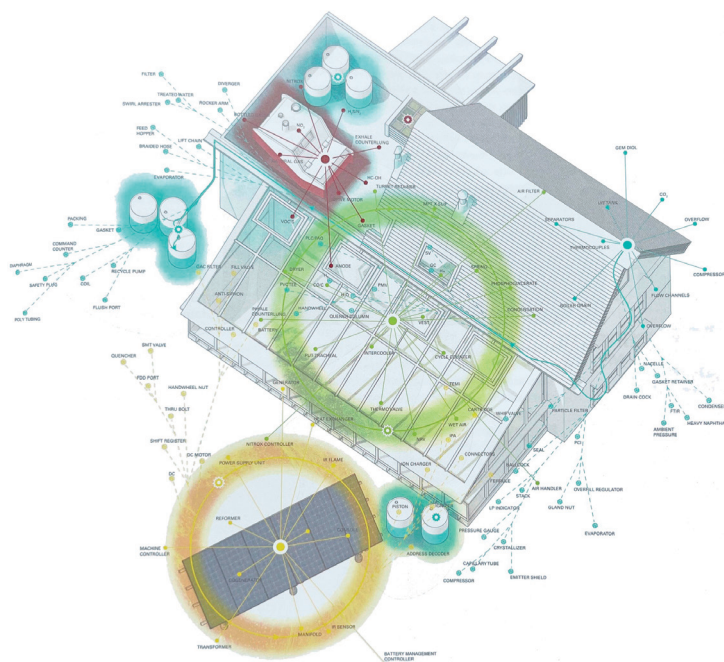


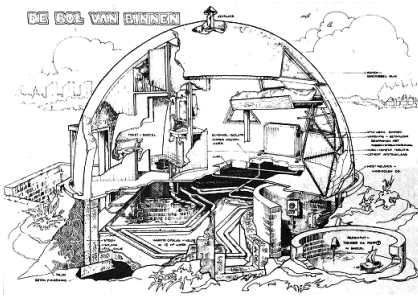
Fig. 7. KALLIPOLITI, L. Diagrama energético de la Autonomous House, 2018. Disponible en: <https://www.closed-worlds.com/autonomous-house>

of a network of matter and energy. This ensures that the project is positively involved in the reconstruction of the natural context, without neglecting its mechanistic identity.

By analyzing this metamorphosis in detail, a way can be materialized by which to create domestic ensembles in tune with their surroundings.

Other people's skins. The Integral Urban and Autonomous Houses expose two ways of wrapping a domestic space with a *skin alien* to mechanistic dynamics. In 1974, Helga and William Olkowski introduced in a Victorian house in the city of Berkeley, the machinery and the anthropo-natural guests necessary to launch a self-sufficient project. (Fig. 6) Two decades later, Brenda and Robert Vale continued this desire to preserve the aesthetic heritage of the English parish of Southwell, erecting a Norman cathedral-type structure with local red brick as an architectural container for the church. Autonomous House. (9) The only attitude of mediation with the environment of both shells is the use of photovoltaic energy and recycled rain. (Fig. 7)

These skins do not actively participate in the self-sufficient metabolic cycle. The survival of the habitat depends solely on the coexistence between the machine and the host. Based on the principle of *sharing the table*, the resources wasted by one part of the system become inputs for another: the fecal matter of the anthropo decomposed in the Clivus Multrum is used as an amendment to grow natural species, while plant and animal waste produce the gas for cooking and heating. (10)



liza como enmienda para cultivar especies nativa, mientras que los residuos vegetales y animales producen el gas para cocinar y calentarse. (10) Esta frágil fisionomía de ecosistema requiere del compromiso activo de todos sus componentes para mantenerse estable, y no provocar un fallo de efecto dominó que derrote su autonomía.

Ambas casas son muestras latentes de que es posible contener hábitats autosuficientes en residencias urbanas tradicionales. A pesar de que prescindan de una envolvente activa, la relación de comensalismo generada consigue consolidar un equilibrio duradero entre máquina y especies. No obstante, la Integral Urban House confirma su flaqueza como ecosistema autosuficiente cuando su vida útil no supera los diez años. Y aunque la Autonomous House sigue en pie hoy, su proyecto de sostenibilidad no ha evolucionado más allá de esa simple gestión energética y de residuos. Por lo que se abre la puerta a encontrar nuevas interfaces arquitectónicas con un mayor poder de interacción.

Pieles customizadas. El holandés Jaap't Hooft realiza un primer ensayo de interfaz amortiguadora. Para ello, disgrega el hábitat y compone un sistema autosuficiente en forma de red. Consecuentemente, en vez de recurrir a una envolvente única, utiliza una serie de *pieles customizadas* asociadas entre sí para dar respuesta a los requisitos funcionales de la Autonomous Dome. (11)

This fragile physiognomy of an ecosystem requires the active commitment of all its components to remain stable, and not cause a domino effect failure that defeats its autonomy.

Both houses are latent signs that it is possible to contain self-sustaining habitats in traditional urban residences. Even though they dispense with an active envelope, the relationship of commensalism manages to consolidate a lasting balance between machine and species. However, the Integral Urban House confirms its weakness as a self-sufficient ecosystem when its useful life does not exceed ten years. And although the Autonomous House is still standing today, its sustainability project has not evolved beyond simple energy and waste management. This opens the door to finding new architectural interfaces with greater power of interaction.

Customized Skins. The Dutchman Jaap't Hooft conducts the first test of the damper interface. To do this, it disintegrates the habitat and composes a self-sufficient system in the form of a network. Consequently, instead of resorting to a single enclosure, it uses a series of *custom skins* associated with each other to meet the functional requirements of the Autonomous Dome. (11)

This *little earth*, spawned in 1972, (12) materializes as a microcosm of four motley engines that metabolize matter and energy. The first engine houses the certificate of occupancy under a geodesic framework of cement and cork that retains the little heat of the Netherlands. (13) The second engine brings together the methane digester, solar collector, and wind generator that provide energy autonomy to the whole. (Fig. 8) As in a metabolic chain cycle, the third engine includes the

Fig. 8. HARPER, P. La Autonomous Dome: esquema del domo habitable y disgregación de los motores del sistema (1. Domo, 2. Digestor de metano, 3. Invernadero con colectores solares, 4. Generador eólico), 1976. Radical Technology, Londres.

Esta *pequeña tierra* engendrada en 1972, (12) se materializa como un microcosmos de cuatro *motores* variopintos que metabolizan materia y energía. El primer motor acoge la cédula de habitabilidad bajo un armazón geodésico de cemento y corcho que conserva el poco calor de los Países Bajos. (13) El segundo motor reúne el digestor de metano, colector solar y generador eólico que proporcionan la autonomía energética al conjunto. (Fig. 8) Como en un ciclo metabólico en cadena, el tercer motor incluye la materia prima indispensable —estiércol y especies hortícolas de granjas vecinas— para hacer funcionar el ciclo autosuficiente. La no integración de todos los componentes en el interior del domo, hace que la infraestructura de conexión entre partes configure el último y más importante motor del sistema.

Esa fisonomía heterogénea de *burbujas ambientales* permite un mantenimiento pormenorizado de cada parte para conseguir el equilibrio. Aquí, el papel del *antropo* ya no es solo el de huésped-constructor; su tarea más importante es la de supervisor. No obstante, su rutina diaria termina produciendo un “deterioro [del] rendimiento y riesgos para la salud” del conjunto. (14) Al tener que solucionar las patologías desde diferentes puntos, cuando un motor falla todos los demás se paralizan hasta que el primero es reparado. Por lo que este recurso de fragmentación del hábitat induce, a su vez, a un aumento del número de factores que lo condicionan, comprometiendo exponencialmente su durabilidad.

Fig. 9. International Center for Closed Ecosystems. Maqueta del prototipo e imágenes de la cosecha en el fitotrón del BIOS-3, 1972-1984. Disponible en: <https://www.closed-worlds.com/bios-3>



indispensable raw material – manure and horticultural species from neighboring farms – to run the self-sustaining cycle. The non-integration of all the components inside the dome means that the infrastructure of connection between parts configures the last and most important engine of the system.

This heterogeneous physiognomy of *environmental bubbles* allows for detailed maintenance of each part to achieve balance. Here, the role of the *anthropo* is no longer just that of guest-builder; Their most important task is that of a supervisor. However, their daily routine ends up producing a “deterioration [of] performance and health risks” of the whole. By having to solve pathologies from different points, when one engine fails, all the others are paralyzed until the first one is repaired. Therefore, this resource of habitat fragmentation induces, in turn, an increase in the number of factors that condition it, exponentially compromising its durability. (14)

In short, the Autonomous Dome generates an advance in the self-sufficient theory of inhabiting through a model of personalized mechanistic skins that give solvency to the requirements of the anthropo-nature relationship. However, the continuity of failures produced in the machine's motors, and their slow repair due to the independent morphology of each skin, highlights the deficiencies associated with the conception of the habitat as a disaggregated prototype.

Introspective Skin. A radical way to achieve greater stability in the system is to remove the external environment from the mechanistic equation. To do this, all the components must be under the same framework that allows them to be con-

En definitiva, la Autonomous Dome genera un avance en la teoría autosuficiente del habitar a través de un modelo de pieles mecanicistas personalizadas que dan solvencia a los requisitos de la relación antro-po-natura. Sin embargo, la continuidad de fallos producidos en los motores de la máquina, y su lenta reparación debido a la morfología independiente de cada piel, pone de manifiesto las deficiencias asociadas a la concepción del hábitat como prototipo disgregado.

Pieles introspectivas. Una vía radical para alcanzar mayor estabilidad en el sistema consiste en eliminar al ambiente exterior de la ecuación mecanicista. Para ello, todos los componentes deben encontrarse bajo un mismo armazón que permita controlarlos conjuntamente. Bajo una *piel introspectiva*, los experimentos BIOS-3 y Biospheric Test Module reproducen un entorno habitable en forma de soporte vital ecológico. (15) Este caso extremo aparentemente opuesto al propósito inicial, sirve para dilucidar porqué un conjunto doméstico no debe abstraerse por completo de su entorno.

En 1972, el Instituto de Biofísica de la URSS consigue el cierre hermético del BIOS-3, insertando la infraestructura bajo tierra. El Biospheric Test Module construido en Arizona en 1986, mantiene la luz solar como impulsor de la fotosíntesis, pero prescinde igualmente de toda circulación de aire exterior.

Ambos proyectos interrelacionan tres subsistemas para concebir la unidad ecosistémica: una biocámara, un tanque pulmonar, y una recirculación del agua. La biocámara recoge toda la maquinaria autosuficiente: desde las dependencias del antro-po hasta la monitorización de datos, incluyendo el procesamiento de biomasa no comestible, y los invernaderos de fitotrones para el cosechado de trigo y grasa vegetal de chufa. (16) (Fig. 9) El tanque pulmonar es el responsable del mantenimiento de la atmósfera interior: en el BIOS-3, un cultivador de algas *chlorella* convierte el CO₂ en O₂ respirable; y en el Biospheric Test Module, un exoesqueleto articulado sustenta la vejiga blanda elastomérica que se infla y desinfla controlando la presión del hábitáculo. (17) (Fig. 10) Por último, la recirculación del agua se realiza con tres

trolled together. Under an *introspective skin*, the experiments BIOS-3 and Biospheric Test Module reproduce a habitable environment in the form of ecological life support. (15) This extreme case, apparently opposite to the initial purpose, serves to elucidate why a domestic complex should not be completely abstracted from its surroundings.

In 1972, the Institute of Biophysics of the USSR achieved the hermetic closure of the BIOS-3, inserting the infrastructure underground. The Biospheric Test Module, built in Arizona in 1986, maintains sunlight as a driver of photosynthesis but also dispenses with any outside air circulation.

Both projects interrelate three subsystems to conceive the ecosystem unit: a biochamber, a lung tank, and water recirculation. The biochamber collects all the self-sufficient machinery: from the *anthropo* dependencies to the data monitoring, including the processing of non-edible biomass, and the phytotron greenhouses for the harvesting of wheat and tiger nut vegetable fat. (16) (Fig. 9) The lung tank is responsible for maintaining the indoor atmosphere: in the BIOS-3, a *chlorella* algae grower converts CO₂ in breathable O₂; and in the Biospheric Test Module, an articulated exoskeleton supports the elastomeric soft bladder that inflates and deflates by controlling cabin pressure. (17) (Fig. 10) Finally, the water recirculation is carried out with three simultaneous techniques: the crops are irrigated with the moisture condensed in transpiration, while the algae tanks are fed with the hydroponic solutions of urine recycling, leaving the use of ion exchange filters and dehumidifiers with ultraviolet disinfection for the production of drinking water. (18)

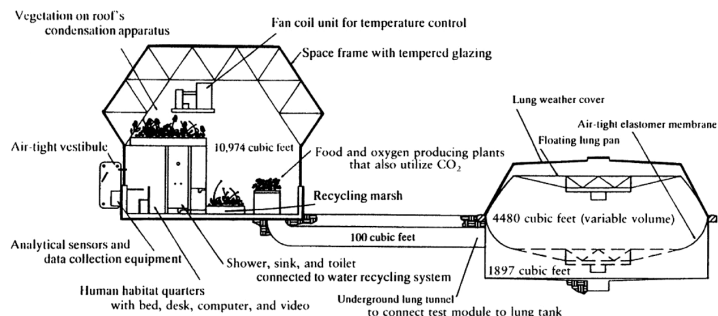


Fig. 10. Space Biospheres Ventures. Sección de la biocámara y cámara pulmonar del Biospheric Test Module, 1987. Disponible en: <https://www.closed-worlds.com/biospheric-test-module>

técnicas simultáneas: los cultivos se riegan con la humedad condensada en la transpiración, mientras que los tanques de algas son alimentados con las soluciones hidropónicas del reciclaje de orina, dejando el uso de filtros de intercambio iónico y deshumidificadores con desinfección ultravioleta para la producción de agua potable. (18)

Este delicado equilibrio entre sistemas vivos y mecánicos genera un tipo de parasitismo indirecto, donde el *antropo* ocupa una posición bifuncional: es el sujeto que controla el conjunto, y el objeto metabólicamente entrelazado al mismo. La gobernación explícita desde dentro de ambos prototipos hace que pequeñas acciones de cohabitación —como cosechar superficialmente y no perturbar a los organismos del suelo productores de CO—, resulten imprescindibles para mantener una atmósfera encapsulada que “se acerque al equilibrio”. (19) Sin embargo, el desarrollo de lo conocido como síndrome del edificio enfermo —acumulación de toxinas en el interior—, (20) provoca que ambos hábitats no sean capaces de sobrevivir saludablemente.

En retrospectiva, este intento de mediación entre biología e ingeniería recuerda que los componentes materiales no tienen capacidad de autorreparación y son, por tanto, el eslabón más débil de la cadena —y no los organismos del contexto o que habitan el interior—. (21) Así que la apuesta por

This delicate balance between living and mechanical systems generates a type of indirect parasitism, where the anthropo occupies a bifunctional position: it is the subject that controls the whole, and the object metabolically intertwined with it. The explicit governance from within both prototypes makes small cohabitation actions —such as superficial harvesting and not disturbing CO-producing soil organisms— essential to maintain an encapsulated atmosphere that “approaches equilibrium”. (19) However, the development of what is known as sick building syndrome —the accumulation of toxins inside— (20) means that both habitats are not able to survive healthily.

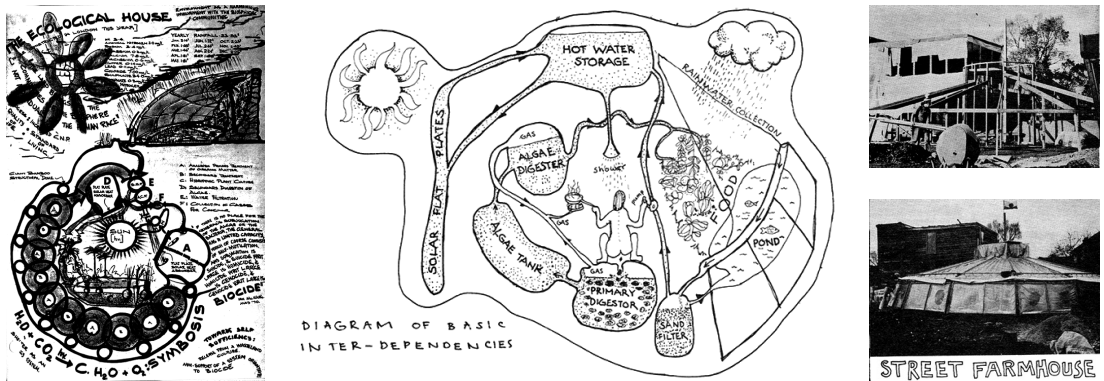
In retrospect, this attempt at mediation between biology and engineering reminds us that material components have no capacity for self-repair and are therefore the weakest link in the chain —and not the organisms in the context or that inhabit the interior.— (21) So the commitment to establish a self-sufficient complex close to sustainability implies turning the architectural capsule into an organism that interacts. But to do so, these materials must cease to be mere inert receivers, and the envelopes mere passive interfaces.

Living Spaces. Grahame Caine’s Unsightly Shed comes close to this little reflection, conceiving the Ecological House as a living artifact growing beyond mechanistic assembly. Through a regenerative envelope that modifies its constitution according to the activation of the outdoor environment, rain and sun are directly involved in the metabolic dynamics of the home. (22) It is also governed by the excretion rates of the *antropo*: domestic effluents and organic waste are the main sustenance of the biotechnological combustion system that keeps hydroponic crops in balance. (23) In this case, the

establecer un conjunto autosuficiente cercano a la sostenibilidad, implica convertir la cápsula arquitectónica en un organismo que interactúe. Pero para ello, esos materiales deben dejar de ser simples receptores inertes, y las envolventes meras interfaces pasivas.

Pieles habitables. El cobertizo antiestético de Grahame Caine se acerca a esta pequeña reflexión, al concebir la Ecological House como un artefacto vivo en crecimiento más allá del ensamblaje mecanicista. A través de una envolvente regenerativa que modifica su constitución según la activa el ambiente exterior, la lluvia y el sol se involucran de forma directa en la dinámica metabólica del hogar. (22) Esta se rige, además, por los ritmos de excreción del *antropo*: los efluentes domésticos y residuos orgánicos son el principal sustento del sistema biotecnológico de combustión que mantiene los cultivos hidropónicos en equilibrio. (23) En este caso, los hábitos cotidianos de interacción antropo-natura afectan a la vitalidad de la casa, provocando que la salud de ambas sea fisiológicamente codependiente en un “patrón biológico entrelazado”. (24) (Fig. 11) De hecho, esas interdependencias hacen que la casa enferme cuando sus especies lo hacen, llegando a causar la propia muerte del hábitat si antibióticos que curan al antropo no causan igual beneficio a la natura.

Fig. 11. Caine, G. Diagramas de la Eco-House, 1972. Survival Scrapbook, Bristol, Reino Unido.



daily habits of anthropo-natural interaction affect the vitality of the house, causing the health of both to be physiologically codependent in an “intertwined biological pattern”. (24) (Fig. 11) In fact, these interdependencies make the house sick when its species do, even causing the death of the habitat itself if antibiotics that cure the anthropo do not cause the same benefit to nature.

For all these reasons, the prototype cannot be controlled by a simple management and room protocol; Their survival depends on a law of action-reaction between inhabitants and the *skin they inhabit*. Precisely thanks to the fact that this skin claims its independence as another living being, the foundations can be laid towards the definition of an incipient sustainable project. (25) However, it is pertinent to transform anthropo-nature dependence into a relationship of symbiotic mutualism, where each species benefits from the other positively. In this way, if, for example, there is a failure in the supply or recycling of resources, there will only be a brief disturbance in the domestic balance and not a substantial deterioration of the ecosystem in the long term.

Reactive Skin. This sketch of symbiotic interactions in the domestic ecosystem serves as a precedent for inhabiting small communities as well. The *reactive skin* archetype of BedZED and Schoonschip, shows that the survival of the planet is strongly linked to the prosperity of an alternative model of the city. (26) But extending the skin of the habitat beyond the boundaries of the home means breaking with the scaffolding of the anthropocentric space itself. (27)

Por todo ello, el prototipo no puede ser controlado mediante un simple protocolo de gestión y habitación; su supervivencia depende de una ley de acción-reacción entre habitantes y la *piel que habitan*. Precisamente gracias a que esta piel reclama su independencia como un ser vivo más, (25) pueden asentarse las bases hacia la definición de un incipiente proyecto sostenible. No obstante, resulta pertinente transformar la dependencia antro-po-natura en una relación de mutualismo simbiótico, donde cada especie se beneficie de la otra positivamente. De esta forma, si por ejemplo existe un fallo en el suministro o reciclaje de recursos, tan solo se producirá una breve perturbación en el equilibrio doméstico, y no un deterioro sustancial del ecosistema a largo plazo.

Pieles reactivas. Este esbozo de interacciones simbióticas en el ecosistema doméstico, sirve de precedente para habitar también pequeñas comunidades. El arquetipo de *pieles reactivas* de BedZED y Schoonschip, demuestra que la supervivencia del planeta está fuertemente ligada a la prosperidad de un modelo alternativo de ciudad. (26) Pero extender la piel del hábitat más allá de los límites del hogar, significa romper con el andamiaje del propio espacio antropocéntrico. (27)

Fig. 12. Nabuurs, I.; Alanjensen, R. El embarcadero de Schoonschip, 2021. Disponible en: <https://www.spaceandmatter.nl/work/schoonschip>
Fig. 13. Bioregional. Fachadas y huertos escalonados de BedZED, 2019. Disponible en: <https://www.bioregional.com/resources/bed-zed-the-story-of-a-pioneering-eco-village>



Using the architectural skin as the germ of systems not only allows the external conditioning to operate actively in the definition of the living space but also makes the reverse action possible. Since 2013, the building block of a network of ecological corridors in Schoonschip is the jetty that connects the housing units; (Fig. 12) while in the English neighborhood of BedZED, it is the semi-detached houses themselves that support energy corridors that have reactivated the surrounding context since 2002. (Fig. 13)

Both projects are models of sustainable neighborhoods that push the boundaries of circularity, community governance, and resilient urban development. Joint decision-making from the design phase to the housing phase (28) makes anthrop-promoters develop a proactive attitude towards nature.

BedZED recycles green oak bricks and cladding from old factories and local forests, to improve the carbon footprint of the post-industrial area. Along with the structural steel of a train station, an architectural interface that interacts with the surroundings is built. Solar greenhouses are the hygrothermal regulation mechanism, thanks to the energy captured from the sun and the fresh air introduced by the windscreens. On the northwest façade, staggered orchards make up an urban drainage system, which absorbs and retains rainwater for storage. The neighborhood scale comes into play with the burning of chips from routine pruning, powering the electricity cogeneration plant that produces hot water and heating. (29) This plant operates, in turn, as a waste treatment plant that uses aquatic plants to manage the waste of the *anthropo*, and return clean water to the environment. (Fig. 14)

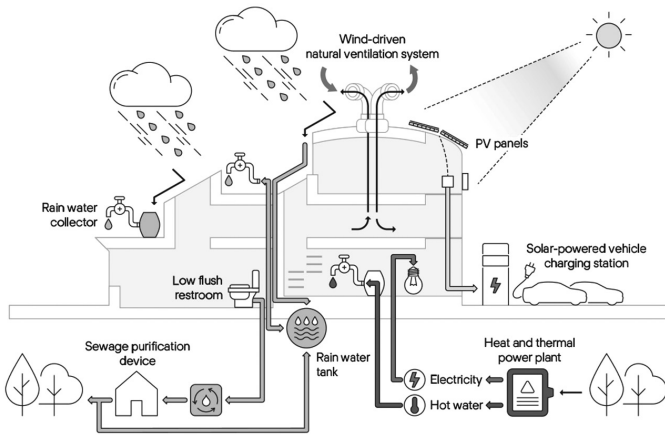


Fig. 14. Nocut News. Sistema de gestión energética para BedZED, 2020. Disponible en: <https://new-q-cells.com/en/sub.php?idix=560&division=2&page=0>

Utilizar la piel arquitectónica como germen de sistemas no solo permite al condicionante exterior operar activamente en la definición del espacio habitable, sino hacer también posible la acción inversa. Desde 2013, la pieza desde la cual se origina una red de corredores ecológicos en Schoonschip es el embarcadero que une las unidades habitacionales; (Fig. 12) mientras que en el vecindario inglés de BedZED, son las propias viviendas adosadas las que sustentan corredores energéticos que reactivan el contexto circundante desde 2002. (Fig. 13)

Ambos proyectos son modelos de barrios sostenibles que amplían los límites de la circularidad, la gobernanza comunitaria y el desarrollo urbano resiliente. La toma conjunta de decisiones desde la fase de proyecto hasta la de habitación, (28) hace que los antropo-promotores desarrollen una actitud proactiva con la natura.

BedZED recicla ladrillos y revestimientos de roble verde de antiguas fábricas y bosques locales, para mejorar la huella de carbono del área postindus-

Alternatively, the envelope of the Schoonschip also maintains a sustainable philosophy. Obsolete containers from the industrial port of Amsterdam are recycled to build the structural skeleton of the houses, incorporating the jetty piece to articulate the *water net* and *smart grid* infrastructure —water treatment and energy production—. (30) Rain is filtered through the *sedum* species of roof, and is conducted through independent channels of grey and black water to the treatment unit. There, raw materials are recovered to feed the floating crops connected by the jetty, which have treatment plants that clean the water from the Johan van Hasselt canal by phytoremediation. This encourages different avian species to use the floating platforms as homes in which to rest during long migratory periods. Finally, photovoltaic electricity is complemented by the extraction of heat from the channel using *aquathermie* pumps. (Fig. 15)

Thanks to this network of relationships built between the species and their environment, the habitats of BedZED and Schoonschip remain valid today. The key to success lies in the fact that the management of the complex does not only depend on the *anthropo* but is also shared with nature and architecture itself to generate three pillars with which to sustain the ecological balance sought.

Results of a Genealogical Discussion between Management Models. This metamorphosis of the self-sufficient domestic habitat generates an inevitable critical positioning. Changing the role of the traditional house to that of a sustainable one requires, first of all, abandoning the passive container that is environmentally decontextualized in which the *anthropo*

trial. Junto con el acero estructural de una estación de tren, se construye una interfaz arquitectónica que interactúa con el entorno. Los invernaderos solares configuran el mecanismo de regulación higrótérmica, gracias a la energía captada del sol y al aire fresco introducido por los paravientos. En la fachada noroeste, huertos escalonados conforman un sistema de drenaje urbano, que absorbe y retiene el agua de lluvia para almacenarla. La escala de vecindario entra en juego con la quema de astillas de podas rutinarias, alimentando la planta de cogeneración de electricidad que produce agua caliente y calefacción. (29) Esta planta hace funcionar, a su vez, una central de tratamiento de residuos que utiliza plantas acuáticas para gestionar los desechos del *antropo*, y devolver un agua limpia al entorno. (Fig. 14)

Alternativamente, la envolvente del conjunto de Schoonschip también mantiene una filosofía sostenible. Se reciclan contenedores obsoletos del puerto industrial de Ámsterdam para construir el esqueleto estructural de las viviendas, incorporando la pieza del embarcadero para articular la infraestructura *waternet* y *smartgrid* —de tratamiento de agua y producción de energía—. (30) La lluvia se filtra por las especies *sedum* de cubierta, y se conduce por canales independientes de aguas grises y negras hasta la unidad de tratamiento. Allí se recuperan materias primas para alimentar los cultivos flotantes que conecta el embarcadero, los cuales cuentan con plantas depuradoras que limpian el agua del canal Johan van Hasselt por fitorremediación. Esto propicia que distintas especies aviarias utilicen las plataformas flotantes como hogares en los que reposar durante largos periodos migratorios. Por último, la electricidad fotovoltaica se complementa con la extracción de calor del canal mediante bombas *aquathermie*. (Fig. 15)

Gracias a esta red de relaciones construidas entre las especies y su entorno, los hábitats de BedZED y Schoonschip se mantienen vigentes a día de hoy. La clave del éxito reside en que la gestión del conjunto no sólo depende del *antropo*, sino que es compartida con la *natura* y la propia arquitectura para generar tres pilares con los que sostener el equilibrio ecológico buscado.

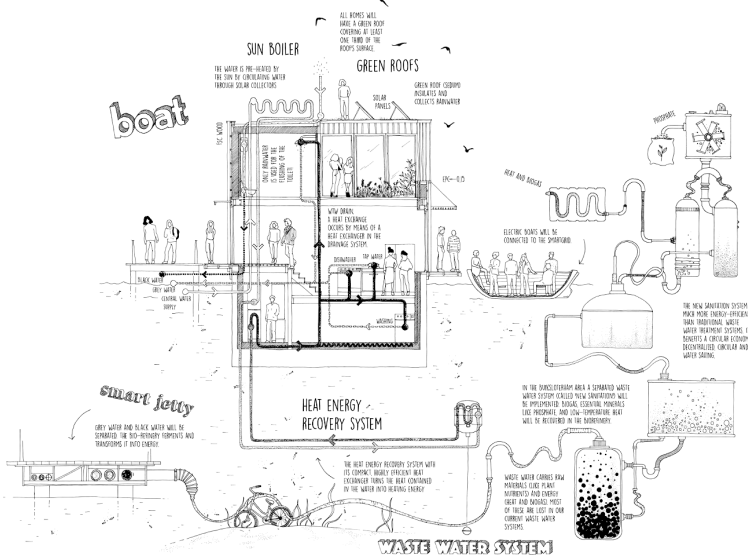


Fig. 15. Space&Matter. Diagrama funcional para Schoonschip, 2008. SpaceandMatter: <https://www.spaceandmatter.nl/work/schoonschip>

Resultados de una discusión genealógica entre modelos de gestión. Esta metamorfosis del hábitat doméstico autosuficiente genera un inevitable posicionamiento crítico. Cambiar el papel de la casa tradicional por el de uno sostenible requiere, primeramente, abandonar el contenedor pasivo medioambientalmente descontextualizado en el que el *antropo* se acostumbra a vivir. Esto lo constatan las Integral Urban y Autonomous Houses, cuando su proyecto de vida autosuficiente fracasa debido, precisamente, a que su envolvente externa no participa de forma activa en el ciclo metabólico interior.

Sustituir la concepción del hogar por el de *máquina habitable*, sirve como base para potenciar el cambio. Aunque ha de evitarse la estanqueidad mecanicista defendida por los BIOS-3 y Biospheric Test Module, ya que provoca el colapso del sistema anulando su condición de habitabilidad. Lograr una recirculación de materia y energía que mantenga la autonomía del hábitat es bastante complejo, y más aún si se realiza de forma disgregada como en la Autonomous Dome. Por mucho que se pueda dar respuesta individualmente a los requisitos del sistema, su durabilidad se reduce drásticamente cuando la gestión recae únicamente en la dinámica habitacional del *antropo*. Por ello, resulta interesante buscar un modelo de gestión alternativo que pueda generar un equilibrio estable entre máquina y hogar. Y para ello, la proyección del prototipo doméstico como *casa activa* parece abrir una puerta.

En este contexto, la envolvente transpirable de la Ecological House —construida como piel mecanicista no desarraigada de su contexto—, logra que el hábitat funcione con autosuficiencia tanto tiempo como sobrevive la relación antropo-natura. Sin embargo, debido a que esta codependencia interespecies es bastante lineal, no se contempla la posibilidad de que alguna de las partes pueda ausentarse del ciclo metabólico. Y este punto frágil de la gestión es el que termina provocando su destrucción.

El significativo avance hacia un modelo de relación sostenible y saludable entre especies y tecnología, se origina con el salto a la escala de vecinda-

is accustomed to living. This is confirmed by the Integral Urban and Autonomous Houses, when their self-sufficient life project fails precisely because their external envelope does not actively participate in the internal metabolic cycle.

Replacing the conception of the home with that of a *habitable machine* serves as a basis for promoting change. However, the mechanistic tightness defended by the BIOS-3 and Biospheric Test Module must be avoided, as it causes the collapse of the system, nullifying its habitability condition. Achieving a recirculation of matter and energy that maintains the autonomy of the habitat is quite complex, and even more so if it is carried out in a disaggregated way as in the Autonomous Dome. As much as the requirements of the system can be responded to individually, its durability is drastically reduced when management falls solely on the housing dynamics of the *anthropo*. For this reason, it is interesting to look for an alternative management model that can generate a stable balance between machine and home. And for this, the projection of the domestic prototype as an *active house* seems to open a door.

In this context, the breathable envelope of the Ecological House —constructed as mechanistic skin not uprooted from its context— ensures that the habitat functions with self-sufficiency as long as the anthropo-nature relationship survives. However, because this interspecies codependency is quite linear, the possibility that any of the parts may be absent from the metabolic cycle is not contemplated. And it is this fragile point of management that ends up causing its destruction.

rio de BedZED y Schoonschip. Aquí, gracias a la interconexión antroponatura-arquitectura, el hogar se concibe como conjunto. Y esto da como resultado un enriquecimiento bidireccional con el ecosistema donde se inserta, materializándose expresamente en la interfaz de mediación que proyecta la envolvente.

Conclusiones para un nuevo *ethos*. La genealogía de proyectos reivindicada en estas páginas hace evolucionar la fisionomía del hábitat hacia un esquema teórico-físico de restauración ambiental. Pero para revertir la crítica situación ecológica actual es preciso, además, un cambio de *ethos* que transforme el tradicional paradigma del habitar en una relación simbiótica con el entorno.

Son varios los papeles que deben adoptarse. El papel del confort higrotérmico parece rápidamente darse solvencia con una mecanización radical del hábitat. (31) No obstante, es conveniente superar esa sublimación inicial de la máquina a favor de una involucración más directa de la arquitectura como elemento mediador. El papel de la tecnología en *la casa del mañana* debe utilizarse como verdadero germen de relaciones sostenibles antroponatura.

Otro aspecto a superar es el papel objetual que adquiere el espacio doméstico con la connotación mecanicista del habitar. Al considerar la casa como máquina o cápsula, se asume que funciona de forma individualizada y, por tanto, ha de aislarse del exterior. Pero precisamente ese fracaso conceptual es el que alienta a buscar una vía proyectual diferente que utilice positivamente el papel de la máquina en la atmósfera del hogar.

Por último, el *antropo* debe transformar su mentalidad práctica y estilo de vida específico para no ser sólo el huésped que vive en una casa, sino un elemento que participa activamente en su ciclo metabólico. Este nuevo papel social del hábitat permite que este no sea ya un lugar sólo de *antropos*, sino que la *natura* pueda incorporarse como una más.

The significant advance towards a model of sustainable and healthy relationships between species and technology originates with the leap to the neighborhood scale of BedZED and Schoonschip. Here, thanks to the interconnection of antroponature-architecture, the home is conceived as a whole. This results in a bidirectional enrichment with the ecosystem where it is inserted, expressly materializing in the mediation interface projected by the envelope.

Conclusions for a new *ethos*. The genealogy of projects claimed in these pages evolves the physiognomy of the habitat towards a theoretical-physical scheme of environmental restoration. But to reverse the current critical ecological situation, a change of *ethos* is also necessary to transform the traditional paradigm of living into a symbiotic relationship with the environment.

Several roles need to be adopted. The role of hygrothermal comfort seems to be quickly becoming solvent with radical mechanization of the habitat. (31) However, it is advisable to overcome this initial sublimation of the machine in favour of a more direct involvement of architecture as a mediating element. The role of technology in *the house of tomorrow* must be used as a true seed of sustainable antroponature relations.

Another aspect to overcome is the objectual role that the domestic space acquires with the mechanistic connotation of inhabiting. By considering the house as a machine or capsule, it is assumed that it works individually and therefore must be isolated from the outside. But it is precisely this conceptual failure that encourages us to look for a different way of designing that makes positive use of the role of the machine in the atmosphere of the home.

La puesta en concordancia de estos papeles deja a la vista el ya mencionado cambio de *ethos*. Conseguir que entorno y hogar trabajen de la mano, requiere que el hábitat funcione como conjunto y pueda interactuar internamente por igual. Y para lograrlo, es ineludible continuar avanzando en la definición de pieles arquitectónicas cada vez más mediadoras, que generen un buen punto de partida desde el que empezar a construir *las casas sostenibles del mañana*.

Contribuciones específicas de cada autor/a [Specific contributions from each author](#)

Concepción y diseño del trabajo [Conception and design of the work](#) Ana Patricia Minguito García

Metodología [Methodology](#) Ana Patricia Minguito García

Recogida y análisis de datos [Data Collection and Analysis](#) Ana Patricia Minguito García

Discusión y conclusiones [Discussion and Conclusions](#) Ana Patricia Minguito García

Redacción, formato, revisión y aprobación de versiones [Drafting, formatting, version revision, and approval](#) Ana Patricia Minguito García

Agencias de Apoyo [Support Agencies](#) Universidad Politécnica de Madrid

Finally, the *anthropo* must transform his practical mindset and specific lifestyle to be not just the guest living in a house, but an element that actively participates in its metabolic cycle. This new social role of the habitat means that it is no longer just a place for *anthropos*, but that *nature* can be incorporated as one more.

The alignment of these roles reveals the change in *ethos*. Getting the environment and the home to work hand in hand requires that the habitat works as a whole and can interact internally and externally equally. And to achieve this, it is unavoidable to continue advancing in the definition of increasingly mediating architectural skins, which generate a good starting point from which to start building *the sustainable houses of tomorrow*.

REFERENCIAS

- MARKS, R. W. "Geodesic Dome: Bucky Fuller's Spidery New Framing System". *Architectural Forum*. Nueva York: Time, 1951. pp. 144-151.
- SMITHSON, A.; SMITHSON, P. *Cambiando el arte de habitar*. Barcelona: Gustavo Gili, 2001.
- VAN DEN HEUVEL, D.; RISSELADA, M.; SMITHSON, A.; SMITHSON, P. *De la casa del futuro a la casa de hoy*. Barcelona : Ediciones Polígrafa, 2008.
- NEDER, F.; LAM, E.; WIGLEY, M. Fuller houses: *R. Buckminster Fuller's dymaxion dwellings and other domestic adventures*. Baden: Lars Müller Publishers, 2008.
- TODD, N.; TODD, J. *From Eco-Cities to Living Machines: Principles of Ecological Design*. Berkeley: North Atlantic Books, 1994.
- LATOUR, B. *Políticas de la naturaleza: por una democracia de las ciencias*. Barcelona: RBA, 2013 (1999).
- PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. *Order Out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature*. Brooklyn: Verso Books, 2018 (1984).
- SCHITTICH, C. (ed.). *Pieles nuevas: conceptos, capas, materiales*. Múnich: Edición Detail, 2003.
- VALE, B.; VALE, R. *The Autonomous House: design and planning for self-sufficiency*. Londres: Thames and Hudson, 1975. pp. 7-18; 208-211.
- FARALLONES INSTITUTE. *The Integral Urban House: Self-reliant Living in the City*. San Francisco: Sierra Club Books, 1979. pp. 2-64.
- KALLIPOLITI, L. *The Architecture of Closed Worlds*. Zürich: Lars Müller Publishers, 2018. pp. 129-134, 135-139, 140-145, 162-166, 194-198, 204-209.
- HARPER, P. "The house that Jaap't built". *Undercurrents*. Londres: Undercurrents Limited, 1975, 11, pp. 93-101.
- BAER, S. *Dome cookbook*. Corrales, Nuevo México: Lama Foundation's Cookbook Foundation, 1968.
- BOYLE, G.; HARPER, P. *Radical technology*. Nueva York : Pantheon books, 1976.
- CARTON, M.; FANCHIANG, C.; HALE, G.; HAVA, H.; HAVENS, K.; HOLQUIST, J. "Bioregenerative Life Support System (BLSS) for long duration". *Proceedings of NASA Revolutionary Aerospace Systems Concepts Academic Linkage (NASA RASC-AL)*. Boulder: University of Colorado, 2013.
- GITELSON, J.; LISOVSKY, G.; MACELROY, R. *Man-made Closed Ecological Systems*. Londres: Taylor and Francis, 2003. p. 231.
- ALLING, A.; NELSON, M.; LEIGH, L.; MACCALLUM, T.; ÁLVAREZ-ROMO, N. "Experiments on the Closed Ecological System in the Biosphere 2 Test Module". BEYERS, R. J.; ODUM. H. T. (eds.) *Ecological Microcosms*. Nueva York: Springer-Verlag, 1993, pp. 463-469.
- POLYAKOV, Y. S.; MUSAEV, I.; POLYAKOV, S. V. "Closed bioregenerative life support systems: Applicability to hot deserts". *Advances in Space Research*. Amsterdam: Elsevier, 2010, 46, pp. 775-786.
- KELLY, K. *Out of control: The rise of neo-biological civilization*. Reading: Addison-Wesley, 1994. pp. 139-140.
- WOLVERTON, B.C.; MCDONALD, R.C.; WATKINS, E. A. Jr. "Foliage plants for removing indoor air pollutants from energy efficient homes". *Economic Botany*. Nueva York: Springer, 1984, 38, pp. 224-229.
- SALISBURY, F. B.; GITELSON, J. I.; LISOVSKY, G. M. "Bios-3: Siberian Experiments in Bioregenerative Life Support: Attempts to purify air and grow food for space exploration in a sealed environment began in 1972". *BioScience*. Oxford: Oxford University Press, Vol. 47, 9, 1997. pp. 575-585.
- KALLIPOLITI, L. "No More Schisms". *Architectural Design*. Oxford: John Wiley & Sons, Vol. 6, 80, 2010. pp. 14-23.
- CAINE, G. "The ecological house". *Architectural Design*. Oxford: The Standard Catalogue Co Ltd, 1972. pp. 140-141.
- KALLIPOLITI, L. "From Shit to Food: Graham Caine's Eco-House in South London, 1972-1975". *Buildings & Landscapes: Journal of the Vernacular Architecture Forum*. Mineápolis: University of Minnesota Press, Vol. 19, 1, 2012. pp. 87-106.
- ALCOCEBA, M. *Piel artificial: metamorfosis arquitectónica del cuerpo a través de la superficie*. Madrid: Archivo Digital UPM, 2015.
- MCHARG, I.L. *Design with Nature*. Nueva York: The Natural History Press, 1969. pp. 196-197.
- ÁBALOS, I. *Atlas Pintoresco*. Barcelona : Gustavo Gili, 2005. pp. 61-62, 90. Vol. I.

REFERENCES

- MARKS, R. W. "Geodesic Dome: Bucky Fuller's Spidery New Framing System". *Architectural Forum*. New York: Time, 1951. pp. 144-151.
- SMITHSON, A.; SMITHSON, P. *Cambiando el arte de habitar*. Barcelona: Gustavo Gili, 2001.
- VAN DEN HEUVEL, D.; RISSELADA, M.; SMITHSON, A.; SMITHSON, P. *De la casa del futuro a la casa de hoy*. Barcelona : Ediciones Polígrafa, 2008.
- NEDER, F.; LAM, E.; WIGLEY, M. Fuller houses: *R. Buckminster Fuller's dymaxion dwellings and other domestic adventures*. Baden: Lars Müller Publishers, 2008.
- TODD, N.; TODD, J. *From Eco-Cities to Living Machines: Principles of Ecological Design*. Berkeley: North Atlantic Books, 1994.
- LATOUR, B. *Políticas de la naturaleza: por una democracia de las ciencias*. Barcelona: RBA, 2013 (1999).
- PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. *Order Out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature*. Brooklyn: Verso Books, 2018 (1984).
- SCHITTICH, C. (ed.). *Pieles nuevas: conceptos, capas, materiales*. Munich: Edición Detail, 2003.
- VALE, B.; VALE, R. *The Autonomous House: design and planning for self-sufficiency*. London: Thames and Hudson, 1975. pp. 7-18; 208-211.
- FARALLONES INSTITUTE. *The Integral Urban House: Self-reliant Living in the City*. San Francisco: Sierra Club Books, 1979. pp. 2-64.
- KALLIPOLITI, L. *The Architecture of Closed Worlds*. Zürich: Lars Müller Publishers, 2018. pp. 129-134, 135-139, 140-145, 162-166, 194-198, 204-209.
- HARPER, P. "The house that Jaap't built". *Undercurrents*. London: Undercurrents Limited, 1975, 11, pp. 93-101.
- BAER, S. *Dome cookbook*. Corrales, New Mexico: Lama Foundation's Cookbook Foundation, 1968.
- BOYLE, G.; HARPER, P. *Radical technology*. New York : Pantheon books, 1976.
- CARTON, M.; FANCHIANG, C.; HALE, G.; HAVA, H.; HAVENS, K.; HOLQUIST, J. "Bioregenerative Life Support System (BLSS) for long duration". *Proceedings of NASA Revolutionary Aerospace Systems Concepts Academic Linkage (NASA RASC-AL)*. Boulder: University of Colorado, 2013.
- GITELSON, J.; LISOVSKY, G.; MACELROY, R. *Man-made Closed Ecological Systems*. London: Taylor and Francis, 2003. p. 231.
- ALLING, A.; NELSON, M.; LEIGH, L.; MACCALLUM, T.; ÁLVAREZ-ROMO, N. "Experiments on the Closed Ecological System in the Biosphere 2 Test Module". BEYERS, R. J.; ODUM. H. T. (eds.) *Ecological Microcosms*. New York: Springer-Verlag, 1993, pp. 463-469.
- POLYAKOV, Y. S.; MUSAEV, I.; POLYAKOV, S. V. "Closed bioregenerative life support systems: Applicability to hot deserts". *Advances in Space Research*. Amsterdam: Elsevier, 2010, 46, pp. 775-786.
- KELLY, K. *Out of control: The rise of neo-biological civilization*. Reading: Addison-Wesley, 1994. pp. 139-140.
- WOLVERTON, B.C.; MCDONALD, R.C.; WATKINS, E.A.Jr. "Foliage plants for removing indoor air pollutants from energy efficient homes". *Economic Botany*. New York: Springer, 1984, 38, pp. 224-229.
- SALISBURY, F.B.; GITELSON, J.I.; LISOVSKY, G. M. "Bios-3: Siberian Experiments in Bioregenerative Life Support: Attempts to purify air and grow food for space exploration in a sealed environment began in 1972". *BioScience*. Oxford: Oxford University Press, Vol. 47, 9, 1997. pp. 575-585.
- KALLIPOLITI, L. "No More Schisms". *Architectural Design*. Oxford: John Wiley & Sons, Vol. 6, 80, 2010. pp. 14-23.
- CAINE, G. "The ecological house". *Architectural Design*. Oxford: The Standard Catalogue Co Ltd, 1972. pp. 140-141.
- KALLIPOLITI, L. "From Shit to Food: Graham Caine's Eco-House in South London, 1972-1975". *Buildings & Landscapes: Journal of the Vernacular Architecture Forum*. Minneapolis: University of Minnesota Press, Vol. 19, 1, 2012. pp. 87-106.
- ALCOCEBA, M. *Piel artificial: metamorfosis arquitectónica del cuerpo a través de la superficie*. Madrid: Archivo Digital UPM, 2015.
- MCHARG, I.L. *Design with Nature*. New York: The Natural History Press, 1969. pp. 196-197.
- ÁBALOS, I. *Atlas Pintoresco*. Barcelona : Gustavo Gili, 2005. pp. 61-62, 90. Vol. I.

28. SPACE&MATTER. "Schoonschip: A sustainable floating community". *Space and Matter*. Disponible en: <https://www.spaceandmatter.nl/work/schoonschip>.
29. BIOREGIONAL. "The BedZED Story: The UK's first large-scale, mixed-use eco-village". *BedZED: The story of a pioneering eco-village*. Disponible en: <https://www.bioregional.com/projects-and-services/case-studies/bedzed-the-uks-first-large-scale-eco-village>
30. SCHOONSCHIP AMSTERDAM. "Schoonschip Amsterdam". *The most sustainable floating neighbourhood in Europe, developed by its residents*. Disponible en: <https://schoonschipamsterdam.org/en/>.
31. PRIETO, E. *Historia medioambiental de la arquitectura*. Madrid: Ediciones Cátedra, 2019. pp. 90-122.

28. SPACE&MATTER. "Schoonschip: A sustainable floating community". *Space and Matter*. Available in: <https://www.spaceandmatter.nl/work/schoonschip>.
29. BIOREGIONAL. "The BedZED Story: The UK's first large-scale, mixed-use eco-village". *BedZED: The story of a pioneering eco-village*. Available in: <https://www.bioregional.com/projects-and-services/case-studies/bedzed-the-uks-first-large-scale-eco-village>
30. SCHOONSCHIP AMSTERDAM. "Schoonschip Amsterdam". *The most sustainable floating neighbourhood in Europe, developed by its residents*. Disponible en: <https://schoonschipamsterdam.org/en/>.
31. PRIETO, E. *Historia medioambiental de la arquitectura*. Madrid: Ediciones Cátedra, 2019. pp. 90-122.