

INNOVACIÓN EN LA ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA. DISEÑO DE PROTOTIPO VERDE MODULAR COMO ESTRATEGIA DE DISEÑO PASIVA

Galizzi, Florencia B; Pilar, Claudia; Vedoya, Daniel.
florenciagalizzi@hotmail.com

Arquitecta, becaria Estímulo a la Investigación Tipo I, Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano (ITDAHu), Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional del Nordeste.

**Directora de beca, Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano (ITDAHu), Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional del Nordeste.

***Codirector de beca, Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano (ITDAHu), Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional del Nordeste.

INNOVATION IN THE ARCHITECTURAL ENVELOPE.
MODULAR GREEN PROTOTYPE DESIGN AS A
PASSIVE DESIGN STRATEGY

KEYWORDS

Enclosures, prefabrication, hygro-thermal-acoustic insulation.

ABSTRACT

The present work analyzes the feasibility of applications of green modular skins for solar control, general environmental improvement of existing buildings and energy rehabilitation in the conditions of the Northeast Region of Argentina, precisely in the City of Resistencia, Chaco. The design and construction of a green modular prototype is proposed, with the author's own design as part of the interdisciplinary team of the National University of the Northeast, at the Technological Research Institute for the Environmental Design of Human Habitat for its application in potential works of the city, taking into account the guidelines of green infrastructures.

PALABRAS CLAVE

Envolventes; prefabricación; aislamiento higrotérmicoacústico.

RESUMEN

El trabajo analiza la factibilidad de aplicaciones de pieles modulares verdes para control solar, mejora ambiental general de edificaciones existentes y rehabilitaciones energéticas en las condiciones de la Región Nordeste Argentina (NEA), precisamente en la ciudad de Resistencia, Chaco. Se propone el diseño y construcción de un prototipo de modular verde, con diseño propio de autor como parte del equipo interdisciplinario de la Universidad Nacional del Nordeste en el Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano (ITDAHu), para su aplicación en potenciales obras de la ciudad, teniendo en cuenta los lineamientos de las infraestructuras verdes.

<https://doi.org/10.30972/adn.127975> ■

OBJETIVOS

El trabajo busca analizar soluciones tecnológico-constructivas que incorporan el verde, considerando la variable térmica y acústica. El propósito es verificar la mejora en los niveles de confort que brindan las envolventes verdes modulares, además de sus conocidas prestaciones ambientales urbano-arquitectónicas.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación analiza la factibilidad de aplicaciones de pieles modulares verdes para control solar, mejora ambiental general de edificaciones existentes y rehabilitaciones energéticas en las condiciones de la Región Nordeste Argentina (NEA), precisamente en la ciudad de Resistencia, Chaco.

Ante el aumento de densidad de urbanización, en gran medida por ausencia de suelo vacante, cuya expansión avanza con mínima y precaria infraestructura, mayoritariamente en áreas bajas e inundables por precipitaciones y el cambio climático, desde el agotamiento de los recursos naturales y la destrucción de la biodiversidad hasta las frecuentes inundaciones, la ciudad se enfrenta a un escenario en donde su infraestructura resulta insuficiente y deficiente, requiriéndose nuevas estrategias de diseño y planificación a nivel urbano.

Se desarrolla un prototipo de un sistema modular verde, con diseño propio de autor por parte del equipo interdisciplinario de la Universidad Nacional del Nordeste en el Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano (ITDAHu) y su consecuente aplicación en potenciales obras de la ciudad, teniendo en cuenta los lineamientos de las infraestructuras verdes.

Las infraestructuras verdes toman como eje de diseño e implementación a los sistemas de vegetación para incorporarlos a los elementos urbanísticos y paisajísticos. Permiten el diseño y gestión de una red en el territorio que proporciona un amplio abanico de servicios, mejorando así la salud y resiliencia del ecosistema (NAUMANN Y CORONEL, 2008).

Si bien es cierto que la ciudad posee su infraestructura verde autóctona, como ser sus parques, árboles y espacios recreativos, resultan insuficientes ante el avance de la urbanización. El lugar tradicional que ocupaba el espacio urbano como sitio de encuentro y foro social para los habitantes de las ciudades se ha ido reduciendo y en algunos casos se ha llegado gradualmente a eliminarlo (CLOS, 2014).

Este tipo de estrategia de planificación está basado en soluciones que toman como base, elementos y principios a los mecanismos de la naturaleza, produciendo un capital natural, lo que permite

generar soluciones más económicas, duraderas, innovadoras y sostenibles. Esto demuestra la estrecha relación con la arquitectura bioinspirada, haciendo referencia a la manera en la que los recursos brindados por el entorno le permiten al profesional (en este caso, los arquitectos urbanistas) resolver las necesidades de cobijo y protección, complejizándolas con los requerimientos del confort. El enfoque biomimético puede ser un camino inexplorado hacia una nueva forma de diseño arquitectónico, tanto para edificios existentes como para nuevas construcciones, basado en el aprendizaje de la naturaleza por sobre la imitación (BENYUS, 2012).

De esta manera, la incorporación del verde no sólo forma parte de las infraestructuras verdes, sino también recibe una amplia influencia por parte de la biomimética. La arquitectura biomimética toma en cuenta las estrategias y soluciones que utiliza la naturaleza para acercarnos a un diseño más natural, ahorrando y haciendo más eficientes los recursos (VEDOYA Y PRAT, 2018).

METODOLOGÍA

Design Thinking

Con el propósito de lograr un uso más extendido del verde en las construcciones, se procedió a aplicar la metodología del Design Thinking ([DT]; ver figura 1),



Figura 1. Metodología y alcances del trabajo. Fuente: elaboración propia (2022).

de la Universidad de Standford, y cuyo abordaje se enfoca en el ser humano, desde una perspectiva interdisciplinar y colaborativa (TOLEDO, GARBER Y MADEIRA, 2017), y combina los aspectos conceptuales con los perceptuales. Pretende aplicar el proceso de diseño como enfoque holístico para la resolución de problemas, uniendo el pensamiento lógico-racional con la intuición, desde una perspectiva abductiva (GASCA, 2015).

El abordaje del DT se basa en la percepción del usuario final, en sus necesidades, deseos y comportamientos (TOLEDO, GARBER Y MADEIRA, 2017) y se plantea en las siguientes fases: empatizar, definir, idear, prototipar y probar. El resultado de la innovación debe cumplir con tres atributos: la deseabilidad del usuario final, la viabilidad económica y la factibilidad tecnológica. De esta manera se llevaron a cabo las siguientes etapas:

Empatizar. Tiene por objetivo identificar problemas y necesidades, teniendo en cuenta los usuarios en su propio contexto cultural. Para ello, es necesario agudizar la observación principalmente, teniendo en cuenta datos cualitativos. El usuario seleccionado es el ciudadano que desea incorporar verde en sus espacios habitables, pero no dispone de lugar, tiempo o demasiado dinero para lograr ese objetivo. Este usuario en general posee una creciente conciencia ecológica, por lo que requiere de soluciones innovadoras, ambientalmente sensibles y comprometidas.

Definir. Se detectó que el usuario de residencias pequeñas, con alta conciencia ecológica, con necesidad de reverdecer los espacios que habita, no dispone de tiempo para realizar un mantenimiento complicado, de mucho dinero para invertir en este aspecto y desea una solución rápida, fácil, cuyo tiempo requerido sea similar a un proceso de decoración, como "colgar un cuadro".

Idear. En esta etapa se desarrollaron alternativas de diseño morfológico de po-

sibles soluciones, que fueron estudiadas en modelos de tres dimensiones, seleccionando el considerado más adecuado por el equipo interdisciplinario, atendiendo aspectos técnicos, económicos y estéticos. Se seleccionó como estructura de base a la bandeja de distribución de lácteos en los comercios, para reutilizar un material que en general se descarta, a pesar de que posee aún una vida útil, siendo impermeable y con dimensiones modulares. Se seleccionó como bastidor la madera tratada, que es un material renovable, reciclable, abundante en la región y que almacena dióxido de carbono.

Prototipar. Esta etapa tuvo una primera instancia a partir de maquetas digitales. Posteriormente, se pasó a la fabricación de un prototipo a escala real y con todas las prestaciones finales.

Probar. La viabilidad tecnológica del sistema se verificó mediante la puesta en funcionamiento, comprobando la resistencia del mismo, su durabilidad y portabilidad mediante transportes no especializados. Se dejó el prototipo en distintas condiciones de uso que demostraron su versatilidad.

Para completar la metodología de abordaje, se realiza un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas) que permite visualizar de forma simultánea distintos aspectos que permitirán la innovación, comprobando la factibilidad tecnológica, viabilidad económica y deseabilidad social (es decir, los atributos de las innovaciones).

DESARROLLO Pielés verdes modulares

Como estrategia de aprovechamiento pasivo y formando parte de las infraestructuras verdes, se plantea la incorporación de envolventes naturales como revestimientos verticales y horizontales, dado que constituyen la piel a través de la que los edificios realizan su intercam-

bio energético entre el ambiente interior y exterior.

Las pielés verdes modulares son sistemas tridimensionales, formados por contenedores, enrejados o paneles con su respectiva estructura portante, permitiendo que se acoplen a las tipologías de las fachadas, pudiendo sus maceteros encontrarse de manera horizontal, vertical o bien inclinada. Admiten todo tipo de especies vegetales debido a que, al poseer un recipiente que contenga su sustrato, se puede disponer de variedades con raíces y flores, además de las enredaderas y trepadoras que se utilizan comúnmente en los sistemas.

Están diseñados para ser montados directamente sobre el paramento, o bien en grandes alturas dispuestos mediante un sistema de pasarelas, permitiendo el ingreso del personal para su mantenimiento. Su estructura consiste en lo siguiente:

- Estructura portante.
- Contenedores: alojan la capa impermeable, con el sustrato y el follaje vegetal.
- Sistemas de monitoreo remoto de riego y fertilización: incorpora sensores de temperatura para usar sólo el agua necesaria, permitiendo una alta eficacia.
- Sistemas de recogida de agua: no siempre se encuentran presentes.

La producción industrial de las pielés verdes modulares interesa ya que, al lograr la creación de prototipos, se minimizan los costos, se reducen los plazos al concebirse a sus partes de manera inteligente, con el propósito de que, al final de la vida útil, reingrese a la naturaleza como nutriente biológico o se reinserte en la tecnosfera como nutriente técnico, en el paradigma circular "de la cuna a la cuna" (BRAUNGART Y MCDONOUGH, 2005), y optimizan la calidad del producto al tener que pasar por procesos de verificación y control.

De acuerdo con la Norma ISO 14040 (2006), el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) se define como una recopilación y eva-

luación de todas las entradas, salidas e impactos ambientales potenciales de un sistema productivo durante toda su vida útil. Los flujos de materia y de energía consumidos y emitidos en los distintos momentos de la vida útil del sistema considerado intervienen durante:

- La fabricación, remontando el análisis desde la extracción de materia prima del ambiente, el transporte, el montaje;
- La puesta en obra (construcción);
- La operación y el mantenimiento;
- El desmantelamiento y el tratamiento de los residuos al final de la vida útil, lo que puede incluir el reciclaje de los materiales, su uso en otros procesos industriales, el aprovechamiento energético de los materiales, etc.

Sobre esta base, lo que se pretende es diseñar productos y sistemas que celebren la abundancia de la creatividad, la cultura y la productividad humana. La especie humana debe dejar una huella ecológica para el disfrute y no para la lamentación. Como afirma Vedoya (2019), responden a orden cíclico, de mutua retroalimentación, donde cada situación implica un riguroso control de los resultados obtenidos, con el objeto de verificar si se han cumplido las condiciones propuestas en cada etapa anterior.

Sistema plantar

Se desarrolla la presentación del proceso de diseño y construcción de un prototipo de un sistema modular verde, con diseño propio de autor por parte del equipo interdisciplinario de la Universidad Nacional del Nordeste en el ITDAHu y su consecuente aplicación en potenciales obras de la ciudad, teniendo en cuenta los lineamientos de las infraestructuras verdes.

La innovación reflejada en el trabajo busca recuperar la oportunidad de cambio de percepción de la sociedad sobre la cuestión ambiental y el conocimiento nuevo referido a las energías renovables

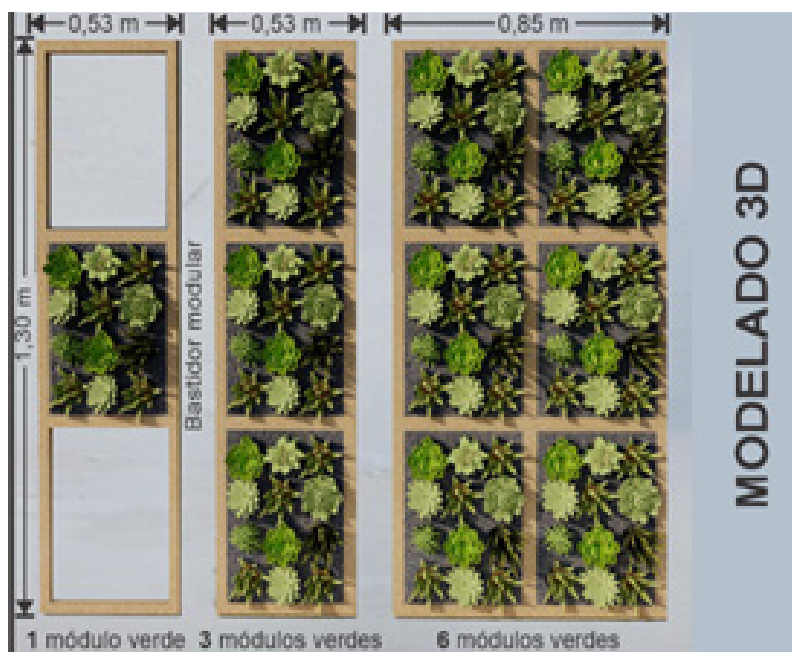


Figura 2. Sistema plantAR. A la izquierda, modelado 3D; y a la derecha, prototipo en escala real. **Fuente:** elaboración propia (2022).

(PILAR, KENNEDY Y VERA, 2020), encontrándose ampliamente relacionada con las infraestructuras verdes.

El prototipo "plantAR" constituye una piel verde modular de diseño propio de autor,

factible de ser empleado como revestimiento vertical (paredes) y horizontal (cubiertas), recomendado especialmente para exteriores con asoleamiento medido (ver figura 2).

Su paquete constructivo está formado por lo siguiente:

- Bastidor modular: listones de 1x1" de madera provenientes de bosque implantado, preferentemente certificados, tratados y curados en autoclave, vinculados mediante clavos de 1". El mismo adopta la medida del módulo verde de 0,30 x 0,40 m, admitiendo la réplica del mismo en ambos sentidos. En este caso se presenta al módulo replicado tres veces en sentido vertical, por lo que toma una medida de 0,53 x 1,30 m.

- Módulo verde: de 0,30 x 0,40 m con tablas de 1/2", contiene capa impermeable (policloruro de vinilo, PVC de 10 mm), seguida de la capa de separación (membrana asfáltica), capa de plantación con sustrato (bandejas de plástico P5 recuperadas de fiambrerías y carnicerías), especies vegetales y contención del sustrato (fieltro de 3 mm). Este módulo se encastra en el bastidor mediante clavos de 2".

- Especies vegetales: se opta por utilizar crasas, también conocidas como suculentas. Sus raíces, tallo u hojas se han engrosado para permitir el almacenamiento de agua en cantidades mayores. Esta adaptación les permite mantener reservas de líquido durante períodos prolongados, prescindiendo del riego y tolerando el mínimo espesor de sustrato presente en las bandejas de plantación.



Figura 3. Componentes del sistema plantAR. Fuente: elaboración propia (2022).

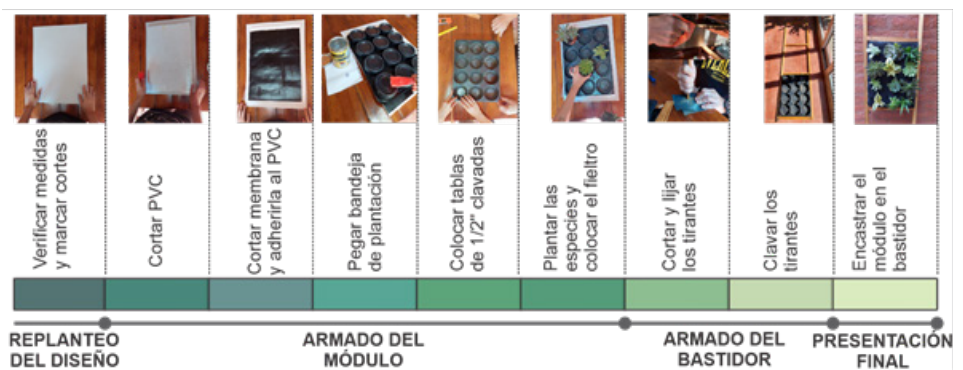


Figura 4. Proceso de fabricación. Fuente: elaboración propia (2022).

Construcción y costo del sistema

Se fabricó el prototipo en escala real y con todas las prestaciones finales (ver figura 4). Se realizó el estudio costo-costo, dando un valor final del prototipo construido, con un módulo verde, de \$11.844,38. En el caso de dos módulos verdes, sería \$16.394,02 y para tres, completándose de esta manera el bastidor, \$20.094,36.

Aplicación en obras

Si bien a nivel local se están dando los primeros pasos en el implemento del verde y el incremento sostenido del

mismo, y se presenta principalmente en refacciones y refuncionalizaciones del sector comercial y gastronómico, continúa siendo mínimo a nivel de infraestructura verde. En este contexto, la Organización Mundial de la Salud ([OMS], 2018) recomienda plantar al menos un árbol por cada tres habitantes para respirar un mejor aire en las ciudades y contar con un mínimo de 9 m² de zona verde por habitante.

Para demostrar su factibilidad y promover a las pieles verdes modulares como estrategias de planificación pasiva, se presenta a continuación una simulación del prototipo diseñado en el espacio doméstico

(viviendas, balcones, etc.) y en programas arquitectónicos de grandes complejidades de la ciudad de Resistencia.

Escala residencial

El prototipo de vivienda seleccionado para la aplicación del sistema plantAR son las viviendas Procrear (ver figura 5), modelo Juana y modelo Milagro, ejemplares recientemente terminados, por lo que resulta interesante aplicar estrategias de aprovechamiento pasivo para visibilizar la mejora implícita que llevaría a una mejor calidad edilicia constructiva y, por ende, a un consumo energético razonable, responsable y amigable con el medio ambiente.

Por otro lado, se destaca la particular complejidad presentada en cada vivienda, lo que las convierte en modelos sumamente diferentes. El modelo Juana cuenta con un cerramiento horizontal de chapa trapezoidal, mientras que el modelo Milagro posee losa de vigueta pretensada.

Para ambas viviendas, se aplica el sistema plantAR en los paramentos que reciben las orientaciones más desfavorables (noroeste). En el caso del modelo Juana, se coloca al prototipo en el cerramiento vertical correspondiente al dormitorio, oficina-estudio y en aquel donde se ubica el acceso y la cocina.

En el modelo Milagro, la envolvente modular verde se posiciona en el cerramiento vertical del dormitorio, ubicado en el contrafondo de la vivienda.

El prototipo plantAR posee la versatilidad de poder ser aplicado en paramentos existentes, sin necesidad de elementos de fijación que aseguran su montaje. Esta particularidad permite que el mismo sea acoplado a los espacios domésticos de manera sencilla (ver figura 6).

Escala urbana

Los criterios detrás de la elección de las obras comprenden, en primer lugar, a que no cumplen con el porcentaje de verde estimado para la cantidad de personas que albergan. Por otro lado, constituyen sitios icónicos de la ciudad, que forman parte de su patrimonio y su promoción de las pieles verdes significaría un gran avance en su implementación.

El primer caso corresponde al Sarmiento Shopping (ver figura 7), ubicado en uno de los principales accesos de la ciudad de Resistencia, por Av. Sarmiento 2610. Se procede a simular el implemento del prototipo diseñado, en la cara noroeste, que se corresponde con el acceso peatonal. La combinación del sistema modular verde dota a la obra de mayor jerarquía, siendo la envolvente percibida ya desde antes del ingreso por la avenida.

Por otro lado, cercano al shopping se encuentra el Parque de la Democracia, un escenario que posibilita la articulación de nuevas infraestructuras verdes, que se complementen a las existentes y revaloricen el acceso a la ciudad como un portal turístico.

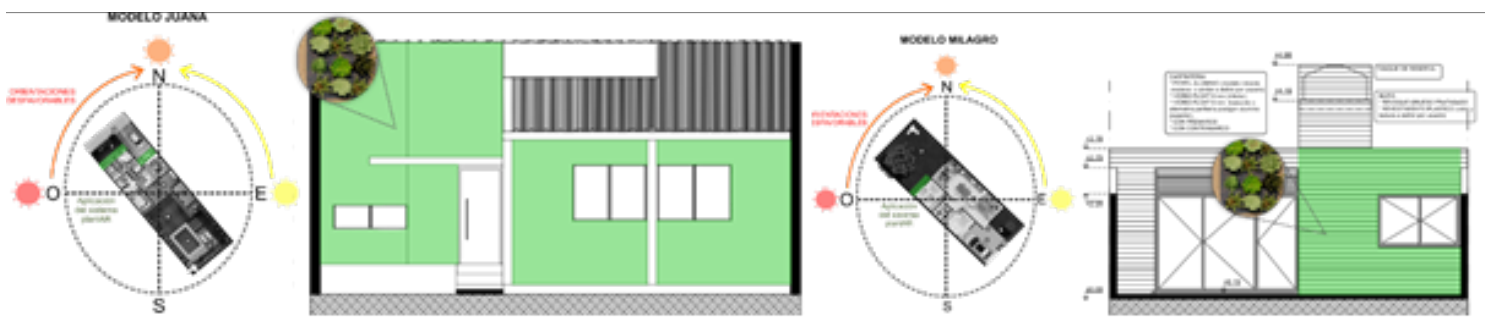


Figura 5. Esquemas bioclimáticos de los modelos de vivienda. **Fuente:** elaboración propia (2022).

Figura 6. Sistema plantAR en distintos espacios residenciales. **Fuente:** elaboración propia (2022).

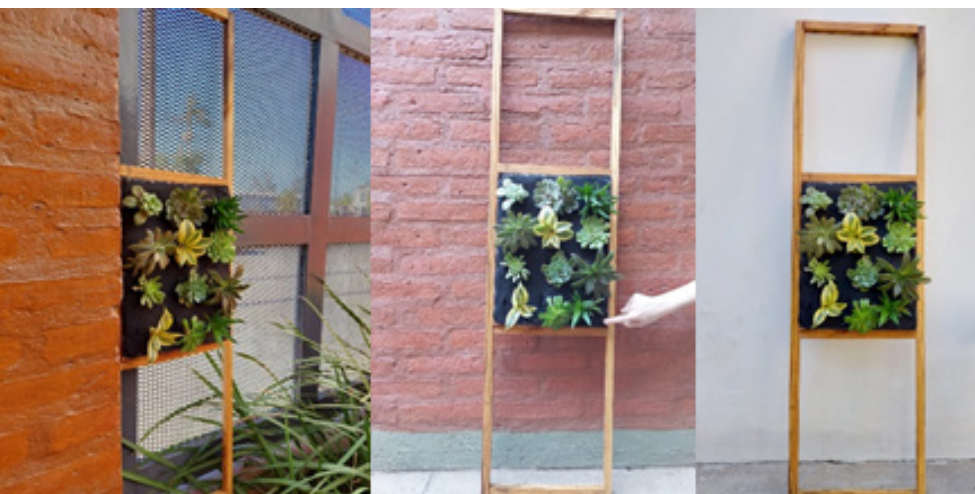




Figura 7. Aplicación de piel verde en el Sarmiento Shopping. **Fuente:** elaboración propia (2022).

El segundo caso lo comprende la Casa de las Culturas (figura 8), que se encuentra en el casco histórico de la ciudad, en Marcelo T. de Alvear 90, frente a la plaza 25 de Mayo y próxima a la Casa de Gobierno de la Provincia del Chaco.

Su particular partido curvo deja localizado al acceso con orientación noroeste, perjudicado por la incidencia solar, por lo que se propone la envolvente verde en dicha cara, articulando el acceso y jerarquizándolo. La combinación del prototipo sobre el paramento existente de ladrillo común a la vista conforma un paquete constructivo con eficientes características higrotérmicas que beneficiarían al acristalamiento continuo.

Cabe destacar que contiguo a la obra se localiza La Petite Patisserie (cafetería), que cuenta con un jardín vertical hidropónico, permitiendo la articulación y la propuesta de infraestructuras verdes que vinculen dichas obras en cuestión, junto con la plaza y, por ende, revaloricen el casco céntrico.

El tercer caso es el ingreso a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (ver figura 9), situada en Av. Las Heras 727. En este caso, la cara más perjudicada por la in-



Figura 8. Aplicación de piel verde en la Casa de las Culturas. **Fuente:** elaboración propia (2022).

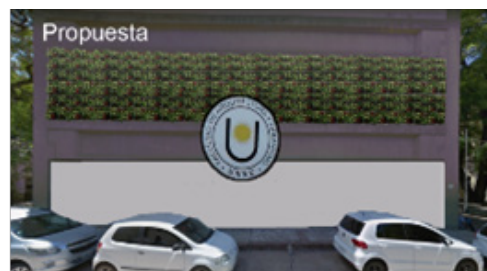


Figura 9. Aplicación de piel verde en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. **Fuente:** elaboración propia (2022).

cidencia solar (noroeste) corresponde al Salón Auditorio y es la primera edificación que se visualiza al ingresar por el acceso vehicular. La aplicación de la piel verde no sólo responde a requerimientos

higrotérmicos, sino que transmite visual y estéticamente la "calidad de sustentabilidad" del edificio, siendo capaz de comunicar la responsabilidad ambiental (EVANS, 2010).

El último ejemplo consiste en la Caja Municipal de la ciudad (ver figura 10), por Av. Italia 102 y contigua a la Municipalidad. Aquí nuevamente es el acceso el que queda expuesto a la incidencia solar proveniente del noroeste, por lo que se propone al sistema modular en la cara que acompaña el desarrollo de la rampa.

La propuesta podría extenderse también hacia la municipalidad y hasta el acceso, ya que esa cara también se orienta hacia el nordeste, inclusive aquí las especies vegetales se encontrarían más protegidas al poseer la obra una reja de seguridad que bordea el perímetro.

El sistema plantAR admite la versatilidad de ser aplicado también en programas residenciales de pequeña y mediana escala. Constituye una estrategia de diseño utilizada para combatir gran parte de los problemas actuales que enfrentan las ciudades, producto de su densificación urbana, crecimiento desmedido y cada vez más condiciones adversas que afectan al hábitat y a la calidad de vida.

Verificación del aislamiento térmico-acústico

Para verificar el significativo aumento con respecto al aislamiento térmico que aporta, se procede al cálculo de la transmitancia térmica según las normativas vigentes, para luego compararlo y establecer conclusiones: cerramiento vertical con mampostería de ladrillo cerámico hueco y luego con el sistema plantAR (ver figura 11).

Para el cálculo de transmitancia térmica, se aplica al prototipo directamente sobre la envolvente, vinculando al bastidor modular con el paramento vertical de la vivienda analizada. En este caso, no se presenta situación de cámara de aire muy ventilada, lo que resulta satisfactorio, debido a que, en caso de plantear dicha solución, la misma impactaría de manera positiva en los valores arrojados, ya que el colchón de aire encerrado aumenta el efecto aislante.



Figura 10. Aplicación de piel verde en la Caja Municipal. Fuente: elaboración propia.

La efectividad del aislamiento higrermoacústico se debe a la capa de sustrato, por su baja conductividad térmica aumenta la resistencia total del cerramiento, obteniendo un menor Coeficiente K. En el caso acústico, aumenta el peso superficial del divisorio, por su alta densidad, traduciéndose en mayores decibeles (Db). Esto quiere decir que cuanto mayor sea el espesor del sustrato, mayor será el efecto aislante.

Análisis FODA Fortalezas-Oportunidades

- Factibilidad de aplicación en obras nuevas, como remodelaciones y rehabilita-

ciones energéticas, y eficaz aislamiento higrermoacústico gracias a la capa de sustrato en combinación con la aislación térmica e hidráulica. Prescinde del sistema de riego, al utilizar las suculentas, y se promueve la economía circular de la materia al reinsertarse las bandejas plásticas desechadas por los comercios. También se emplea la madera, material natural, renovable, reutilizable y reciclable de bajo gasto energético.

- -Fortalecimiento de la producción local, al utilizarse proveedores de la ciudad (aserraderos, viveros y ferreterías). Se pretende fomentar el cultivo masivo de suculentas y crasas, al ser especies de rápida y fácil reproducción, acompañadas de temperaturas de calidad viables en la región, que permiten su desarrollo de manera óptima.

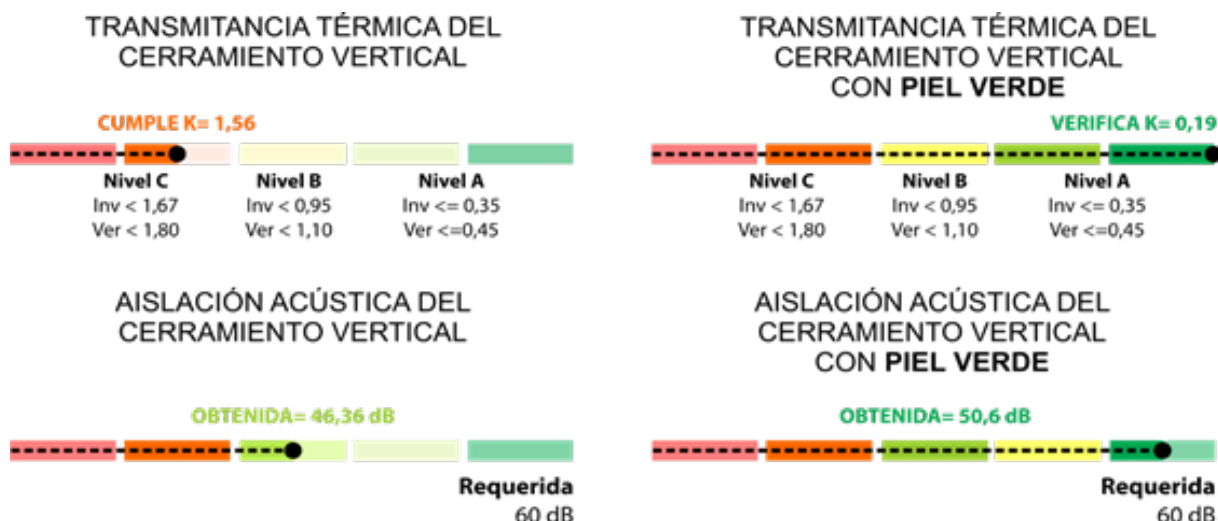


Figura 11. Cálculos coeficientes de transmitancia térmica y aislación acústica en cerramiento vertical con mampostería de ladrillo cerámico hueco y posterior con el sistema plantAR. Fuente: elaboración propia con base en las Normas IRAM 11601, 11605 y Guía Práctica de Instalaciones II (2019).

Debilidades-Amenazas

- Escasa difusión de los beneficios de las envolventes verdes, lo que impacta en costos onerosos ante la necesidad de educación de las futuras generaciones, con el agravante de la inestabilidad económica y financiera.
- Requerimiento de especialización de la mano de obra, para la fabricación y montaje, en especial sobre el manejo de las especies vegetales.

El sistema plantAR puede adaptarse a obras nuevas como edificios existentes, ya que su bandeja de plantación permite ser apilada para lograr una mayor capa de sustrato. Por otro lado, posee un bajo peso incidente en la estructura, lo que lo hace factible de ser aplicado en obras existentes.

La efectividad del aislamiento higrotermoacústico se debe a la capa de sustrato, ya que por su baja conductividad térmica aumenta la resistencia total del cerramiento, obteniendo un menor Coeficiente K. En el caso acústico, aumenta el peso superficial del divisorio, por su alta densidad, traducándose en mayores decibeles (Db). Esto quiere decir que

cuanto mayor sea el espesor del sustrato, mayor será el efecto aislante.

En función de este análisis, se considera que la propuesta posee factibilidad tecnológica y viabilidad económica. Resulta un mecanismo práctico, flexible y ecológico para reverdecer edificios y aportar sustentabilidad visual en la conformación del espacio urbano, encontrándose apto para la validación en distintos contextos y la verificación por parte de los usuarios.

CONCLUSIONES

Los escenarios climáticos que se avencinan en un futuro no muy lejano, junto con el avance de la urbanización por la creciente demanda de suelos vacantes, entre otras problemáticas igual de importantes, impactan de manera directa en las infraestructuras verdes autóctonas de la ciudad de Resistencia, donde sus parques, arbolado y espacios recreativos se tornan insuficientes y requieren de acción inmediata.

El espacio público pasará a ser un lujo, por lo que es menester comenzar a re-

habilitar el patrimonio edilicio existente por medio de estrategias de diseño y planificación, donde la infraestructura verde se presenta como uno de los ejes primordiales a incorporar. Dentro de esta herramienta, las envolventes naturadas constituyen la piel a través de la que los edificios realizan su intercambio energético entre el ambiente interior y exterior. Son cambiantes como la naturaleza misma y transforman a los edificios en parte del paisaje que cambia de color con las estaciones, mejorando el microclima urbano, combatiendo la isla de calor con los mecanismos evapotranspirativos de las plantas y aumentando la biodiversidad en el ámbito urbano.

Las pieles verdes, de la mano de la construcción industrial y la coordinación modular, son una estrategia pasiva y factible de ser aplicada a proyectos nuevos como a edificios existentes. Aplicadas a potenciales casos de la ciudad de Resistencia, obtienen amplia visibilización y constituyen un hito para la ciudad, lograrían la sistematización de los muros y techos verdes, transmitiendo no sólo un ejemplo sustentable a nivel urbano, sino como mecanismos de mejora ambiental y aislamiento térmico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benyus, J. M. (2012). *Biomímesis. Cómo la ciencia innova inspirándose en la naturaleza*. Tusquets Editores.

Braungart, M. y McDonough, W. (2005). *Cradle to cradle. Rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. McGraw Hill.

Clos, J. (2014). Prólogo. En J. Gehl (ed.) *Ciudades para la gente*. ONU Hábitat-Edificaciones Infinito.

Evans, J. (2010). *Sustentabilidad en Arquitectura*. Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo.

Friends of the Greenbelt Foundation (2017). *A Green Infrastructure Guide for Small Cities, Towns and Rural Communities*. Green Infrastructure Ontario Coalition.

Gasca, J. (2015). *Design Thinking. Afrontar los retos con la actitud de un diseñador*. *Leaners Magazine*, 22-24.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) (s.f.). Normas 11601, 11605.

Naumann, C. y Coronel, M. (2008). *Atlas Ambiental del Paraguay con fines didácticos*. GTZ, Proyecto Manejo Sostenible de los Recursos Naturales en el Chaco Sudamericano, Secretaría del Ambiente del Paraguay, Ministerio de Educación y Cultura del Paraguay.

Pilar, C., Vera, L. y Kennedy, E. (2020). *Innovación en el diseño de mobiliario urbano sustentable*. *Polis*, (18). <https://www.fadu.unl.edu.ar/polis/innovacion-en-el-diseno-de-mobiliario-urbano-sustentable/>

Organización Mundial de la Salud [OMS] (2018). *¿Cuántos árboles por habitante hacen falta en las ciudades?* *El País*. https://elpais.com/elpais/2018/05/07/seres_urbanos/1525688899_487227.html

Organización de las Naciones Unidas [ONU] (2015a). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/93/PDF/N1529193.pdf?OpenElement>

Organización de las Naciones Unidas [ONU] (2015b). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/93/PDF/N1529193.pdf?OpenElement>

Organización Internacional de Normalización (2006). *ISO 14040:2006(es) Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia*. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:es>

Toledo, L., Garber, M. y Madeira, A. (2017). *Consideraciones acerca del Design Thinking y Procesos*. *Revista Gestao & Tecnologia*, 312-332.

Vedoya, D. (2019). *Unidad temática 1: Antecedentes y condicionantes de la industrialización de la construcción*. *Construcciones II*, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional del Nordeste.

Vedoya, D. y Prat, S. (2018). *Introducción a la biomímesis aplicada a la arquitectura*. <https://medium.com/@lulatotor/introducci%C3%B3n-a-labiom-C3%ADmesis-aplicada-ala-arquitectura-ae588898682c>