

REVISTA DE

VOL. 26 No. 1

ARQUITECTURA (Bogotá)

ENERO-JUNIO 2024 • ISSN: 1657-0308 • E-ISSN: 2357-626X • PP. 1-235



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia

Vigilada Mineducación



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

Facultad de Diseño
Centro de Investigaciones - CIFAR

Universidad Católica de Colombia
(2024, enero-junio). *Revista de*
Arquitectura (Bogotá), 26(1),
1-235. DOI: 10.14718

ISSN: 1657-0308

E-ISSN: 2357-626X

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE
COLOMBIA

Presidente

Édgar Gómez Betancourt

Vicepresidente - Rector

Francisco José Gómez Ortiz

Vicerrector Administrativo

Édgar Gómez Ortiz

Vicerrectora Académica

Idaly Barreto

Vicerrector de Talento Humano

Ricardo López Blum

Director de investigaciones

Edwin Daniel Durán Gaviria

Director Editorial

Carlos Arturo Arias Sanabria

FACULTAD DE DISEÑO

Decano

Werner Gómez Benítez

Director de docencia

Jorge Gutiérrez Martínez

Directora de extensión

Luz Dary Abril Jiménez

Director de investigación

César Eligio-Triana

Director de gestión de calidad

Augusto Forero La Rotta

Comité asesor externo Facultad de
Diseño

Édgar Camacho Camacho

Martha Luz Salcedo Barrera

Samuel Ricardo Vélez

Giovanni Ferroni del Valle

REVISTA DE

ARQUITECTURA
(Bogotá)

Portada: Ciudad de las artes y
las ciencias Valencia-España
Autora: Pilar Suescún-Monroy ©

Director

Werner Gómez Benítez

Decano Facultad de Diseño
Universidad Católica de Colombia
Colombia Arquitecto

Editor

Doc.Arq. Rolando Cubillos-González

<https://orcid.org/0000-0002-9019-961X>

Scopus ID: 57298294100

Editora Ejecutiva

Anna Maria Cereghino-Fedrigo

<https://orcid.org/0000-0002-0082-1955>

Equipo producción editorial

Carolina Rodríguez-Ahumada

<https://orcid.org/0000-0002-3360-1465>

Pilar Suescún Monroy

<https://orcid.org/0000-0002-4420-5775>

Flor Adriana Pedraza Pacheco

<https://orcid.org/0000-0002-8073-0278>

Mariana Ospina Ortiz

<https://orcid.org/0000-0002-4736-6662>

Director Editorial

Carlos Arturo Arias Sanabria

Coordinador editorial

John Fredy Guzmán

Diseño, montaje y diagramación

Daniela Martínez Díaz

Divulgación y distribución

Claudia Álvarez Duquino

REVISTA DE
ARQUITECTURA
(Bogotá)

**Revista de acceso abierto,
arbitrada e indexada**

Publindex: Categoría B. Índice Bibliográfico Nacional IBN

Esci: Emerging Source Citation Index

Doaj: Directory of Open Access Journals

Redalyc: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

SciELO: Scientific Electronic Library Online - Colombia

Redib: Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico

Ebsco: EBSCOhost Research Databases

Clase: Base de datos bibliográfica de revistas de ciencias sociales y humanidades

Latindex: Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (Directorio y catálogo)

Dialnet: Fundación Dialnet - Biblioteca de la Universidad de La Rioja

LatinRev: Red Latinoamericana de Revistas Académicas en Ciencias Sociales y Humanidades

Proquest: ProQuest Research Library.

Miar: Matrix for the Analysis of Journals

Sapiens Research: Ranking de las mejores revistas colombianas según visibilidad internacional

Actualidad Iberoamericana: (Índice de Revistas) Centro de Información Tecnológica (CIT)

Google Scholar

Arla: Asociación de Revistas latinoamericanas de Arquitectura

COMITÉ EDITORIAL Y CIENTÍFICO

Ph.D. Erica Norma Correa-Cantaloube

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas CONICET. Buenos Aires, Argentina

Ph.D. Teresa Cuervo-Vilches

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Madrid, España

Ph.D. Margarita Greene

Pontificia Universidad Católica de Chile
CEDEUS - Centro de Desarrollo Urbano Sustentable.
Santiago, Chile

Ph.D. Carmen Egea Jiménez

Universidad de Granada. Granada, España

Ph.D. Clara Irazábal-Zurita

University of Missouri. Kansas City, Estados Unidos

Ph.D. Beatriz García Moreno

Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia

M.Sc. Juan Carlos Pérgolis Valsecchi

Universidad Piloto de Colombia. Bogotá, Colombia

Ph.D. Khirfan Luna

University of Waterloo. Waterloo, Canada

Ph.D. Dania González Coure

Universidad Tecnológica de La Habana. La Habana, Cuba

Ph.D. Fernando Vela-Cossío

Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España

Ph.D. Débora Domingo-Calabuig

Universitat Politècnica de València. Valencia, España

Ph.D. - HDR Jean Philippe Garric

Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. Paris, France

Ph.D. Maureen Trebilcock-Kelly

Universidad del Bío Bío. Concepción, Chile

Ph.D. Mariano Vázquez-Espí

Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España

Ph.D. Denise Helena Silva-Duarte

Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil

Ph.D. Luis Gabriel Gómez Azpeitia

Universidad de Colima. Colima, México

Editorial

Av. Caracas N° 46-72, piso 5
Teléfono: (601) 3277300 Ext. 5145
editorial@ucatolica.edu.co
www.ucatolica.edu.co
<http://publicaciones.ucatolica.edu.co/>



CONTENIDO

- 5 P. **ES** **Reflexiones en torno a la enseñanza de la arquitectura y el urbanismo en Colombia. Conversaciones con Lorenzo Fonseca Martínez, Carlos Niño Murcia y Fernando Viviescas Monsalve**
Reflections on the teaching of architecture and urban planning in Colombia. Conversations with Lorenzo Fonseca Martínez, Carlos Niño Murcia and Fernando Viviescas Monsalve
Andrés Ávila-Gómez • David Vélez Santamaría
- 31 P. **ES** **Historia y evolución del entramado urbano en la época colonial, republicana y moderna en Ibagué**
History and evolution of the urban framework in colonial, republican and modern times in Ibagué
Néstor Andrés Guarnizo-Sánchez • Sandy Angelina Mosquera-Muñoz
- 49 P. **ES** **Tejas de caucho y plástico reciclado: análisis de sus propiedades optotérmicas**
Recycled rubber and plastic roof tiles: analysis of their optothermal properties
María Paz Sánchez-Amono • Halimi Sulaiman • Rosana Gaggino
- 65 P. **ES** **El HEnsA20 y su contexto: una mirada al programa nacional francés de investigación sobre la historia de la enseñanza de la arquitectura durante el siglo XX**
The HEnsA20 and its context: a look at the French national research program on the history of architectural education during the 20th century
Andrés Ávila-Gómez
- 91 P. **PR** **Investigando a influência das variáveis arquitetônicas na iluminação natural do poço de luz residencial**
Investigating the influence of architectural variables on the daylighting of a residential light well
João Pedro de Melo Souza • Klaus Chaves Alberto • Sabrina Andrade Barbosa
- 107 P. **ES** **Del interés sustentable al regenerativo: consideraciones a partir de proyectos premiados de vivienda multifamiliar**
From sustainable to regenerative interest: considerations from award-winning multifamily housing projects
Oriana Yenahi Andrade-Serrano • Polyanna Omena Costa Santos • Ricardo Victor Rodrigues Barbosa • Gabriel Castañeda-Nolasco
- 125 P. **ES** **De la “Quesana” tradicional a un sistema modular de paneles aislantes de Totorá**
From the traditional “quesana” to a modular system of reed insulation panels
Gloria Cecilia Jiménez-Dianderas • Teresa del Pilar Montoya Robles • Silvana Loayza León

- 147 P. **EN** **Del binde al fogón industrial: arquitectura doméstica de comunidades afrodescendientes del Caribe colombiano**
From Binde to industrial fire, Domestic architecture of Afro-descendant communities in the Colombian Caribbean
Hernán Darío Cañola
- 165 P. **ES** **Impacto de las propiedades superficiales de una cubierta sobre el desempeño térmico interior. Análisis descriptivo sobre un local comercial de gran superficie en tres ciudades colombianas**
Effect of roof surface characteristics on interior thermal performance
Julio César Rincón-Martínez
Juan-Esteban Tabares • Lucas Arango-Díaz
- 181 P. **PE** **Desempenho da luz natural em edifícios de escritórios brasileiros**
Daylight performance in Brazilian office buildings
Felipe de Almeida Carpanedo • Érica Coelho Pagel • Ricardo Nacari Maioli
- 201 P. **ES** **Hacia el edificio de camas: análisis de la evolución de los *hostels* urbanos de Barcelona**
Towards the bed building: analysis of the evolution of urban hostels in Barcelona
María De-Miguel-Pastor • Carla Sentieri-Omarrementería
- 221 P. **EN** **The Letter Rack**
Stefano Corbo



CON **TEXTOS**



Reflexiones en torno a la enseñanza de la arquitectura y el urbanismo en Colombia. Conversaciones con Lorenzo Fonseca Martínez, Carlos Niño Murcia y Fernando Viviescas Monsalve

Reflections on the teaching of architecture and urban planning in Colombia. Conversations with Lorenzo Fonseca Martínez, Carlos Niño Murcia and Fernando Viviescas Monsalve

Recibido: mayo 5 / 2023 • Evaluado: junio 6 / 2023 • Aceptado: septiembre 22 / 2023

Andrés Ávila-Gómez*

Centre de recherche Histoire culturelle et sociale de l'art (HiCSA)
Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris (Francia)

David Vélez Santamaría**

Escuela de Arquitectura y Diseño
Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín (Colombia)

RESUMEN

Las entrevistas que componen esta tercera serie tienen en común elementos que refuerzan la idea del influjo diferido que tuvo Mayo del 68 a través de dinámicas y actores que aún no han sido plenamente reconocidos por la historiografía nacional en la enseñanza de la arquitectura en Colombia. El testimonio de los arquitectos Lorenzo Fonseca, Carlos Niño y Fernando Viviescas señala la importancia creciente, otorgada durante los años 70 por las escuelas colombianas de arquitectura, a los títulos obtenidos en Europa y Estados Unidos por aquellos jóvenes profesionales ilusionados con seguir una carrera como docentes e investigadores. Si bien en las décadas siguientes esta realidad se convirtió en una exigencia para ejercer la docencia, es pertinente la mirada que otorga una perspectiva sociológica a estos fenómenos ocurridos durante el último cuarto de siglo en Colombia.

Palabras clave:

contexto de aprendizaje; enseñanza de la arquitectura; enseñanza profesional; escuelas de arquitectura; programa de estudios superiores.

ABSTRACT

The interviews that make up this third series have in common elements that reinforce the idea of the deferred influence that May '68 had on the teaching of architecture in Colombia, through dynamics and actors that have not yet been fully recognized by national historiography. The testimony of architects Lorenzo Fonseca, Carlos Niño, and Fernando Viviescas underlines, among other aspects, the growing importance that Colombian schools of architecture gave in the 1970s to degrees obtained in Europe and the United States by young professionals eager to pursue a career as teachers and researchers. Although in the following decades this reality became a requirement for the practice of teaching, it is appropriate to take a sociological perspective on these phenomena that occurred during the last quarter of the century in Colombia.

Keywords:

architectural education; architecture school; higher education program; learning context; professional education.

CÓMO CITAR

Ávila-Gómez, A., & Vélez Santamaría, D. (2024). Reflexiones en torno a la enseñanza de la arquitectura y el urbanismo en Colombia. Conversaciones con Lorenzo Fonseca Martínez, Carlos Niño Murcia y Fernando Viviescas Monsalve. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(1), 5-30. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.5278>

✦ Arquitecto, Universidad de los Andes, Bogotá (Colombia).
Magíster en Urbanismo, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia).
Magíster en Ville, Architecture, Patrimoine, Université Paris 7, Diderot (Francia).
Doctor en Histoire de l'Art, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, París (Francia).
◆ <https://scholar.google.es/citations?user=cR2ISZEAAAAJ&hl=fr>
● <https://orcid.org/0000-0003-3883-2737>
✉ andresavigom@gmail.com

✦✦ Arquitecto, Universidad Nacional de Colombia, Medellín (Colombia).
Magíster en Arquitectura, Crítica y Proyecto, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín (Colombia).
◆ https://scholar.google.es/citations?user=za_ynyAAAAJ&hl=es
● <https://orcid.org/0000-0002-3136-7273>
✉ david.velezsa@upb.edu.co

INTRODUCCIÓN

Formulamos este proyecto de entrevistas durante la pandemia de la Covid-19 en 2020 y, desde ese momento, la recepción por parte de los personajes invitados a darnos su testimonio escrito y a compartir con los lectores imágenes o documentos que ilustren las etapas formativas de las cuales hablamos ha sido mayoritariamente negativa. En efecto, nos hemos encontrado con todo tipo de reacciones: desde arquitectos reconocidos en el campo del diseño que simplemente dicen “no tengo tiempo para sentarme a hacer tareas” (aquí la entrevista es percibida casi como un castigo y se desestima el valor pedagógico del ejercicio propuesto que, en algún momento, será leído por las futuras generaciones), hasta entusiastas profesores universitarios que nos han enviado un primer borrador que, después de un tiempo, no vuelven a retomar para corregir y completar (tanto en su contenidos como en su forma).

Andrés Ávila-Gómez y David Vélez Santamaría [A+V]¹. Antes de adentrarnos en el tema de su formación como arquitecto, ¿podría contarnos sobre sus orígenes?, ¿su interés por la arquitectura tiene algún precedente familiar?, ¿cómo cree usted que la cultura material (cómic, filmes, programas de radio, televisión, música, etc.), con la que tuvo contacto durante su infancia y adolescencia, pudo haber estimulado su interés por el arte, la arquitectura y la ciudad?

Lorenzo Fonseca Martínez [LFM]. Mi infancia en Bogotá estuvo marcada por la muerte de mi padre, antes de que yo cumpliera cuatro años. Esta situación nos obligó a mudarnos a la casa de mis abuelos maternos, con quienes también vivía mi tío Carlos Martínez Jiménez, arquitecto formado en Francia y que recién había fundado la revista de arquitectura *PROA*, cuyo primer número apareció en agosto de 1946.

El permanente contacto con mi tío me brindó la oportunidad de familiarizarme con su actividad profesional y de disfrutar de su exquisita erudición derivada de su pasión por las expresiones artísticas arquitectónicas, plásticas, musicales y fílmicas. Los paseos de fin de semana

En dicho contexto, no parece casual —al menos hasta esta tercera serie— que quienes nos han colaborado amable y pacientemente con sus historias y anécdotas, y se han tomado el tiempo necesario para buscar material en sus álbumes fotográficos y en sus archivos personales, sean arquitectos reconocidos que han dedicado parte de su vida a la docencia, la investigación y la escritura.

Así, los testimonios de Lorenzo Fonseca, Carlos Niño y Fernando Viviescas nos invitan a replantear una serie de ideas, que durante décadas se han generalizado en el contexto colombiano, sobre el rol del arquitecto y el urbanista en la sociedad. De paso, nos cuestionan sobre las razones por las cuales la visibilidad y participación de estos profesionales es casi nula en las altas esferas del Estado y de la vida nacional.

en su automóvil deportivo constituían otra de mis actividades favoritas: recorrer la Sabana de Bogotá o “bajar” a la vecina población de Mesitas del Colegio eran motivo de distracción, excusa para comer muy bien y fuente de numerosas anécdotas.

Por otro lado, recuerdo bien la cartilla *La alegría de leer*² como base del aprendizaje de lectura y escritura y la afición por el cine que desarrollé, en parte, gracias a la proximidad del Teatro San Jorge a nuestra casa: el mejor premio que podía recibir era que me llevaran al matinal y el castigo más severo era prohibírmelo. Allí surgió mi fascinación por estrellas como Elizabeth Taylor en *Fuego de juventud* (National Velvet, 1944) y Esther Williams en *Escuela de sirenas* (Bathing Beauty, 1944).

Carlos Niño Murcia [CNM]. Mi origen es campesino, de una familia de Ubaté. Mi papá era una persona de gran inteligencia pero que solo había hecho los dos primeros cursos de la primaria: aprendió a leer y un poco de aritmética elemental, no mucho más. Yo creo que, si tengo alguna sensibilidad artística, proviene del amor a la naturaleza: a la fertilidad y el verdor esmeralda del hermoso Valle de Ubaté y

¹ Para facilitar la lectura se indicarán las siglas de los apellidos y los nombres de los participantes. En este caso, se trata de la sigla A+V (Ávila + Vélez).

² Compuesta originalmente por cuatro cartillas, el primer volumen de esta obra (atribuida a Juan Evangelista Quintana) fue publicado en 1930.

a los caballos de paso fino, pues montábamos mucho.

Leíamos muchos cómics: *Superman*, *Dick Tracy*, *Bugs Bunny*, *El llanero solitario*, *El fantasma*, *Porky* y *El pájaro loco*. El que más me gustaba era *La pequeña Lulú*, pues me identificaba con su amigo Tobi, un gordito tímido y sensible.

Ubaté era un pueblo muy pequeño y, para mí, llegar a la capital fue impactante: ¡un provinciano entrando al edificio del Banco de Bogotá (carrera 10 con calle 14)³ que era la modernidad absoluta! Cuando llegué, la ciudad comenzaba en el semáforo de la calle 76 con avenida Caracas. Me parecía estar en una urbe enorme y muy intensa, con calles pavimentadas, muchos carros y edificios altos.

En el bachillerato, fui alumno interno del Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario⁴. El profesor de literatura nos enseñó a leer y a pensar de manera crítica y, aunque el profesor de matemáticas me insistía en que estudiara ingeniería, yo ya me inclinaba por la arquitectura. Además de tener habilidades para el dibujo, me gustaba la idea de trabajar de forma independiente en una pequeña oficina de arquitectura y así poder irme a la finca en Ubaté cuando quisiera y por el tiempo que quisiera. Mi oficina aún existe y se llama TALIESIN (como el estudio rural de Wright), aunque la finca se perdió...

Fernando Viviescas Monsalve [FVM]. Debo referirme a un recuerdo de mi infancia, es quizás el primero y, en todo caso, el que más nítidamente evoco: tengo unos siete años y me veo junto a mi padre y mi hermana menor mientras recogemos piedras a lo largo de una quebrada que pasaba por detrás de la casa que habitábamos en el barrio Las Estancias (hoy comuna 8, al oriente de la ciudad), un sector popular de Medellín. Nuestro objetivo era delimitar, con las piedras recogidas, un terreno muy pequeño que íbamos a adquirir para, eventualmente, construir allí nuestra casa. Aquella era la mayor ilusión que tenían mis padres, pero se quedó en eso: nunca adquirimos el lote. Años más tarde, en diciembre de 1959, gracias a un programa de adjudicación de viviendas para obreros de empresas privadas, pasamos a vivir en la que fue nuestra casa propia. Estaba ubicada en el barrio Campoamor, conocido por ser una zona industrial al sur de la ciudad.

Mi vida en Las Estancias fue muy intensa porque mis padres eran vecinos muy comprometidos con las organizaciones comunitarias del sector que, a pesar de ser incipientes, eran muy activas: los dos se involucraron en la ejecución de proyectos sociales relacionados con la salud, la capacitación y el esparcimiento cultural de los habitantes de la zona. Por otro lado, desde la edad de ocho años, y debido a la lejanía del colegio en el cual cursaba mi primaria, me vi obligado a usar el sistema de transporte público. Fue así como aprendí a recorrer y a conocer la ciudad. A ello se sumaban los trayectos que realizábamos en familia todos los fines de semana, por iniciativa de mi padre, especialmente en el centro de Medellín.

Ángel, mi padre, era de origen santandereano y se había formado como mecánico automotriz de manera autodidacta: seguía cursos por correspondencia. En las noches y durante los fines de semana, hacía dibujos (especialmente de motores) que, por su precisión y estética, siempre despertaron mi curiosidad. Años después, cuando realizaba mis dibujos de arquitectura como estudiante universitario, aquellas imágenes aparecían con frecuencia en mi mente. Además, al observar los trabajos por encargo que realizaba Ofelia, mi madre, una mujer antioqueña y excelente costurera, desarrollé una sensibilidad especial por la precisión y el detalle en cualquier oficio a realizar.

Aunque mis progenitores no tuvieron la oportunidad de culminar su educación primaria, tenían una idea muy clara del papel del conocimiento en la vida de un individuo. Por eso, dado que no contaban con los recursos económicos para enviarme a la escuela, optaron por enseñarme a leer y a escribir. Gracias a esto, fui admitido directamente en segundo grado de primaria cuando presenté el examen de admisión del colegio salesiano El Sufragio, ubicado en el Parque Boston de Medellín.

[A+V]. ¿Qué lo llevó a elegir el programa y la institución a los cuales ingresó? ¿Cómo influyeron, durante su paso por las aulas de la principal universidad pública colombiana, el contexto sociocultural de la época y la situación del país?

[LFM]. Cuando tuve que decidir hacia qué campo orientar mis estudios universitarios, lo que más me interesaba era el paisajismo

³ Inaugurado en 1959, este edificio de 25 pisos destinados a oficinas fue diseñado por Skidmore, Owings & Merrill, con el apoyo de Martínez Cárdenas & Cía., en Bogotá.

⁴ Situado en el barrio Quinta Mutis, el conjunto de edificios del colegio fue diseñado por Cuéllar Serrano Gómez.

(*landscape architecture*), pero se trataba de un programa que solo existía en Estados Unidos y a unos costos muy elevados. La opción que Carlos me sugirió, y que finalmente puse en práctica, fue la de estudiar arquitectura en Colombia para luego hacer un posgrado en paisajismo. En aquel momento tuve la oportunidad de entrevistarme con el arquitecto Arturo Robledo Ocampo (1930-2007), decano de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Dicha conversación reafirmó mi decisión e ingresé a dicho programa en julio de 1963; terminé mis estudios a finales de 1968.

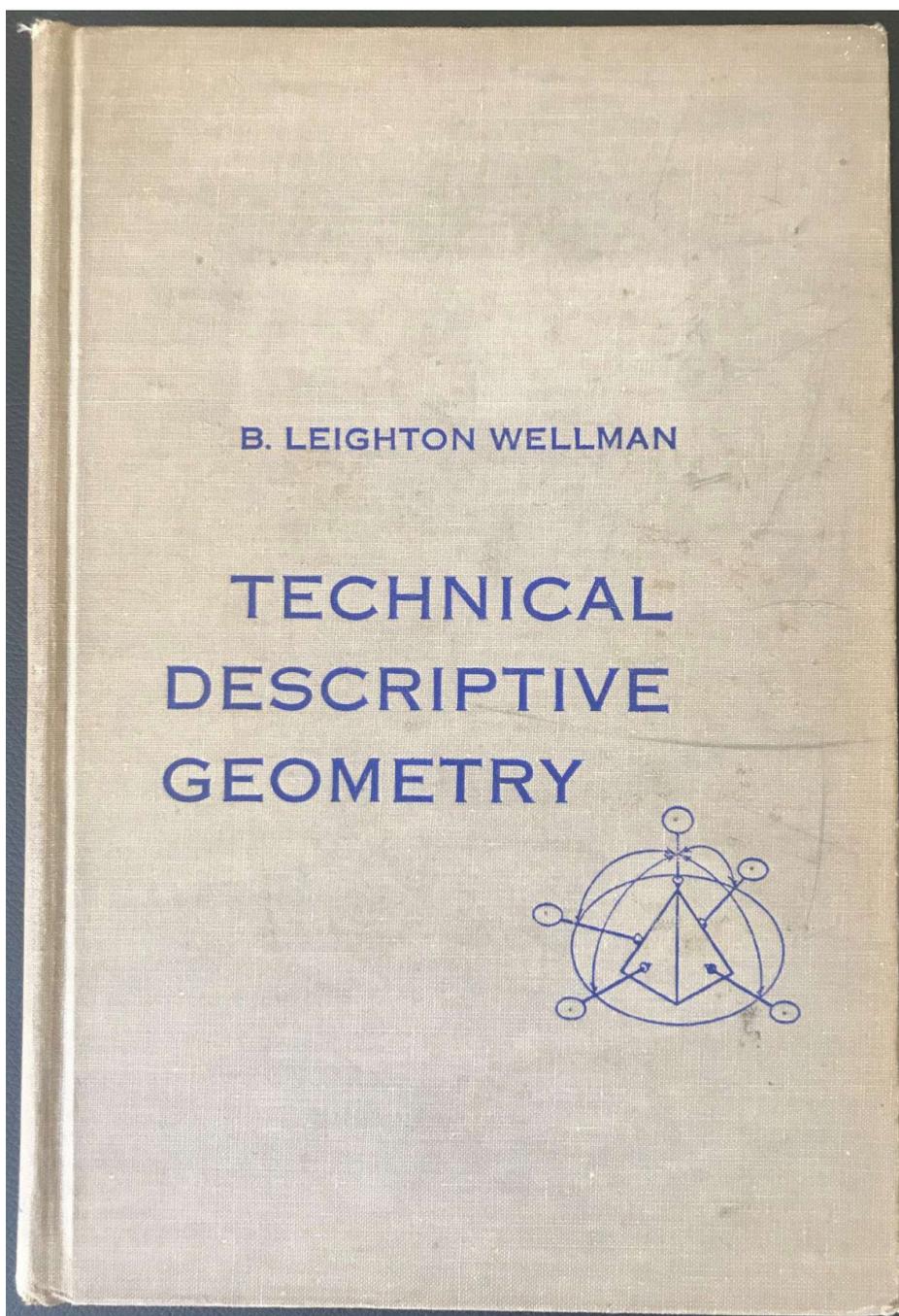
En total fueron once semestres. Al inicio, las matemáticas y la geometría descriptiva eran tan o más exigentes que el proyecto de taller; además, las clases de diseño básico fueron una experiencia algo desconcertante debido a la manera como tuvimos que abordar la creación

compositiva con métodos que, al menos en Colombia, no tenían ningún antecedente: por ejemplo, debíamos crear composiciones espaciales exclusivamente con la letra “e” minúscula.

En el curso de geometría descriptiva, que fue dictado por el arquitecto Humberto Chica Pinzón, el texto principal era *Technical Descriptive Geometry* de B. Leighton Wellman, el cual aún no tenía traducción al español. A pesar de esto, gracias a mi buen conocimiento del inglés, logré integrarme con algunos compañeros, para quienes me convertí en una especie de “traductor *ad hoc*”.

Aquella fue una época signada por la presencia del cura Camilo Torres y los reconocidos líderes que reivindicaban los derechos estudiantiles por medio de frecuentes movilizaciones y paros.

Figura 1. Portada del libro de B. Leighton Wellman que era usado a finales de los años 1960 en el pregrado de arquitectura en la UN Bogotá



Fuente: archivo personal de Lorenzo Fonseca.

[CNM]. Fui admitido en la Universidad Nacional de Colombia y en la Universidad de los Andes, ambas en Bogotá. Sin embargo, en algún momento había leído que dos de los mejores arquitectos de Colombia, Fernando Martínez y Guillermo Bermúdez, eran profesores en la Universidad Nacional. Entonces decidí ingresar allí e hice mis estudios entre 1967 y 1972. Por fortuna tomé esa decisión, entre otras cosas, porque casi a mitad de la carrera mi papá dejó de apoyarme económicamente y pude continuar gracias a una beca que recibí por buen rendimiento académico (por nerdo). Esto hubiera sido imposible en la Universidad de los Andes debido a sus altos costos.

Aquella era una época de intensa agitación estudiantil, de marchas y paros que despertaron mi interés por comprender la realidad del país. También eran los tiempos del rock, del consumo de marihuana y de toda la liberación que vino después de Mayo del 68. En

la Universidad Nacional vivimos esa época plenamente.

[FVM]. No recuerdo haber reflexionado mucho al elegir un programa de pregrado. Cuando llegó el momento, en diciembre de 1964, de definir la inscripción para el examen de admisión, no dudé en optar por la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Colombia en Medellín, donde estudié desde 1965 hasta 1972. Sus instalaciones quedaban en el barrio Robledo, justo frente al plantel donde terminé mi secundaria: el Liceo Antioqueño de la Universidad de Antioquia.

Mi padre y yo habíamos viajado a Bogotá el año anterior y habíamos recorrido la capital del país, una ciudad cambiante que él había conocido cuando prestó su servicio militar entre 1933 y 1935. Quedamos muy impresionados con la arquitectura y el espacio público del Centro Internacional. Desde aquella visita, empecé a considerar la arquitectura como una elección apropiada para mi futuro profesional.

Figura 2. Fernando Viviescas (primero a la derecha, de pie) en una fiesta de cierre de la Semana Universitaria en la Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 1967



Fuente: archivo personal de Fernando Viviescas.

[A+V]. Durante sus primeros años de formación en el pregrado, ¿cuáles eran las lecturas (de historia y teoría de la arquitectura, literatura o ciencias sociales y humanas) en boga entre los estudiantes de arquitectura y de artes? ¿existían tendencias reconocibles?, ¿con cuáles de ellas se identificó o se confrontó y por qué? ¿asistió a espacios fuera de la vida universitaria (círculos de lectura, cineclubes, etc.) en los que haya desarrollado su curiosidad intelectual?, ¿cuáles eran las principales

influencias (autores, libros, metodologías, etc.) que llegaban de otros medios académicos y profesionales como los europeos, norteamericanos y latinoamericanos?

[LFM]. El taller era el componente estructurante y al que se dedicaba la mayor cantidad de horas de clase cada semestre. Las tendencias identificables estaban ligadas al tipo de enseñanza puesto en práctica por los profesores que dirigían los talleres: Hernán Vieco,

Guillermo Bermúdez, Fernando Martínez y Enrique Triana.

Si bien en aquella época no se impartía un curso de teoría de la arquitectura, la presencia del profesor Leopoldo Rother (1894-1978) fue fundamental para nosotros. Siempre llevaba un maletín lleno de apuntes en hojas de papel, donde pegaba recortes con citas y reflexiones personales (algunas escritas de su puño y letra, otras a máquina). Estas notas estaban clasificadas por temas y eran un valioso referente para todos los estudiantes.

Entre mis compañeros más cercanos la literatura latinoamericana causó un verdadero furor, ya que leíamos y discutíamos las obras de autores como Carlos Fuentes, Julio Cortázar, Mario Vargas Llosa, Gabriel García Márquez y Manuel Puig.

Por otro lado, mi afición por el cine siguió creciendo durante los años universitarios, especialmente con las películas de la “nueva ola” francesa que, tímidamente, llegaron a las salas de cine colombianas. Varios de mis compañeros y yo fuimos asiduos asistentes al Cine Club de Colombia, dirigido por el crítico de cine Hernando Salcedo Silva. Asistíamos “religiosamente” a los interesantes ciclos proyectados en el auditorio del edificio Crisanto Luque (carrera 10.^a con calle 20, sede de la emisora Radio Sutatenza) para disfrutar de sus extraordinarias selecciones y charlas. Allá descubrimos el neorrealismo italiano y la obra de Ingmar Bergman y de Akira Kurosawa.

[CNM]. En esa época la carrera duraba once semestres, lo que equivale a cinco años y medio. El primer semestre era de aproximación, tipo Bauhaus, y contaba con la presencia de profesores magníficos: el arquitecto y diseñador gráfico Dicken Castro⁵, el arquitecto y artista Bernardo Salcedo, el arquitecto y cineasta Luis Ernesto Arocha, el artista Carlos Rojas y el diseñador gráfico David Consuegra.

En esta etapa, me resultó difícil entender la abstracción y la composición plástica, pues eran conceptos que no había estudiado durante el bachillerato. Dado que estábamos en la Facultad de Artes, profesores y alumnos compartíamos cotidianamente con artistas; de ahí que nos acercáramos al arte moderno, al jazz, a la música clásica y a la música latinoamericana. Asistíamos con mucha frecuencia a los cursos de cine de Hernando Salcedo Silva; también, íbamos al Teatro La Casa de la Cultura, al Teatro La Mama y, por supuesto, al “concierto de los viernes” en el Teatro Colón.

Recuerdo que mis compañeros y yo leíamos autores como Walt Whitman, Pablo Neruda, César Vallejo, Miguel Hernández, Álvaro Mutis,

Aurelio Arturo, Julio Cortázar y todo el *boom* latinoamericano; también, leíamos autores ligados a nuestros estudios como Sigfried Giedion, Nikolaus Pevsner, Bruno Zevi y José Luis Romero. Recuerdo que en aquella época fui un lector voraz de textos sobre arquitectura. Casi todos los libros a los que teníamos acceso provenían de Argentina, México y España; además, la Editorial Gustavo Gili ya publicaba las traducciones de textos que se convertirían en imprescindibles. Éramos seguidores de la obra de Frank Lloyd Wright y de Alvar Aalto, con quienes teníamos una relación casi mística, pero creo que nos faltaron “tres cucharaditas” de Louis Kahn.

En nuestro entorno político sobresalían tres tendencias: los “mamertos” de Rusia, los maoístas de China y los trotskistas, más o menos libres. No me afilié a ninguno de ellos, aunque los trotskistas me eran más cercanos. También se hablaba de una cuarta opción conocida como la línea Chicó, nombre tomado del entonces prestigioso barrio de la zona norte de Bogotá, pero esa tendencia no me interesaba y tampoco me habrían aceptado por ser demasiado “izquierdoso”. Leíamos textos de Marx, Engels, Mao Zedong e Isaac Deutscher, como también sobre la dependencia tercermundista y el caso colombiano: Jaime Jaramillo Uribe, Mario Arrubla, Germán Colmenares, Eduardo Galeano, Emilio Pradilla, Jorge Orlando Melo y Salomón Kalmanovitz.

[FVM]. Cuando inicié mis estudios, el programa no tenía bien definida un área de teoría y tampoco se abordaba juiciosamente el estudio de la ciudad o el urbanismo. Quienes marcaban la pauta en la escuela eran los docentes de los talleres, respaldados por el prestigio de sus “firmas” u oficinas de arquitectura, de las que se ausentaban en las tardes para ir a dictar las cátedras de diseño en los talleres de la facultad.

Para nosotros los estudiantes, el tiempo curricular semestral era complementado con materias sobre matemáticas, técnicas constructivas, perfeccionamiento de la expresión arquitectónica y dibujo. En mi caso, encontré muy interesantes las clases de perspectiva y de geometrografía dictadas por Pedro Nel Gómez; también, las de Historia de la arquitectura dictadas por Guillermo García, Raúl Álvarez, Mario Barreneche y el español Luis Borobio.

Mi aproximación a la arquitectura estuvo marcada por cuestionamientos propios del ámbito de las ciencias sociales, las artes y la cultura urbana. Esto fue fundamental cuando se decidió que las presentaciones de los proyectos del taller debían realizarse en el espacio público de la facultad. Progresivamente, estas entregas se convirtieron en

⁵ Su nombre de pila era Ricardo Castro Duque.

verdaderos ejercicios de participación masiva que exigían un mayor afinamiento teórico y metodológico. Descubrí los textos sobre arquitectura de los grandes referentes: Le Corbusier, Frank Lloyd Wright, Alvar Aalto, Mies van der Rohe y Walter Gropius. Me interesé en el desarrollo metodológico de la Bauhaus, que se suponía era la base conceptual de donde partía todo nuestro andamiaje académico. Abordé, poco a poco, la lectura de autores como Leonardo Benevolo, Giulio Carlo Argan y Pierre Francastel. Ya se había instalado en mi horizonte intelectual la lectura de novelas como *La ciudad y los perros* y *Cien años de soledad*. Luego llegaría, con fuerza, el eco de Mayo del 68.

Tuve, además, la oportunidad de participar como líder estudiantil: fui muy activo en los debates y procesos académicos internos e interactué con los medios universitarios del entorno. Me invitaron a hacer parte de los Grupos de Estudio: una apuesta política-cultural-pedagógica inédita en el contexto foquista que predominaba en los ámbitos de discusión y reflexión política de la ciudad y el país. Estanislao Zuleta (1935-1990) y un grupo de intelectuales, casi todos provenientes de sectores de la pequeña burguesía paisa, habían creado este proyecto con el objetivo de estudiar el marxismo de forma sistemática. Estos grupos me permitieron afinar teóricamente mi aproximación a la arquitectura y al urbanismo.

[A+V]. Siempre hay asignaturas y maestros que marcan profundamente nuestro paso por las aulas. ¿Cuáles fueron aquellas materias y profesores que despertaron o avivaron su gusto por la arquitectura, el urbanismo, la historia y el arte? ¿tuvo, durante aquellos años, algún reparo contra el modelo pedagógico vigente, especialmente en lo que respecta a la enseñanza en el Taller de Arquitectura?

[LFM]. Tuve la oportunidad de visitar la oficina de Carlos Martínez para desarrollar algunos de los tantos trabajos académicos asignados, en especial los relacionados con diseño. Allí siempre conté con sus consejos y su guía, incluso en muchos momentos de dificultad y angustia.

Además de mi tío, hubo tres profesores de la facultad que influyeron en mi visión sobre la profesión. Con ellos se generó un vínculo que no se limitaba a la relación maestro-discípulo, sino que también se tradujo en una auténtica amistad forjada con ellos y con sus familias.

En el primer semestre conocí al arquitecto Dicken Castro, creador y coordinador del área de diseño básico. Él, con su visión del diseño, nos hizo expandir nuestra mente hacia la exploración

y la experimentación. En la mitad de la carrera, estuve bajo la dirección de Enrique Triana, paradigma del buen arquitecto e invaluable maestro: un ser amable y cálido que se preocupaba por cada uno de sus alumnos y compartía su sabiduría de manera sencilla y con humor. Hacia el final de la carrera tuve la fortuna de estar bajo la dirección de Arturo Robledo, quien con la profundidad de su visión nos transmitía pautas extraordinarias para el desarrollo de cualquier tipo de proyecto. Todos ellos me demostraron que ser arquitecto es tener la capacidad de pensar el espacio tridimensionalmente.

[CNM]. Tuvimos profesores magníficos, como los del semestre básico que ya mencioné. Luego llegaron otros que nos marcaron profundamente: Manuel Rojas nos enseñó geometría descriptiva, Francisco Gil Tovar nos acompañó en los de historia y Oscar Hoyos en los de estructuras. En los talleres, nuestros profesores fueron Guillermo Bermúdez, Fernando Martínez, Enrique Triana, Jaime Camacho, Rafael Maldonado, Eduardo Londoño y Andrés Orrantía.

[FVM]. Al igual que hace casi cincuenta años, mi principal reparo tiene que ver con la lectura equivocada que se hizo de la propuesta de la Bauhaus; aunque, por supuesto, no se trata de una desviación exclusivamente colombiana. En efecto, se ha promovido la idea de entronizar al taller como el espacio pedagógico donde se define el valor arquitectural de lo que se propone para resolver cualquier problemática. Con esto se ha dejado al margen la necesaria reflexión sobre la Ciudad —con mayúscula— para privilegiar la eficacia del “diseño arquitectónico” como respuesta inmediata, siempre funcional y/o formal, para el mercado.

A una época marcada por la acelerada urbanización, nuestra facultad respondía con soluciones arquitectónicas: nos estrellábamos ante la idea dominante de prepararnos para hacer edificios sin comprender el entorno y sus procesos.

A mi juicio, en aquel momento, Pedro Nel Gómez era el único docente de la Facultad de Arquitectura que parecía entender la necesidad de un cambio en aquella visión. Desafortunadamente, para entonces (finales de los años 1960) sus intereses intelectuales ya se alejaban del ejercicio profesional; además, las directivas de la facultad lo habían excluido de la enseñanza en el taller, asignándole cursos prácticos (perspectiva, etc.) en los que era muy difícil entablar un diálogo que trascendiera. Lo cierto es que, en sus clases, nos hablaba de arte e historia a la par que nos enseñaba composición, ilustración, geometría o perspectiva. Es necesario recordar que, además de arquitecto⁶, Gómez fue uno de

⁶ En 1937 Pedro Nel Gómez ganó el concurso organizado por la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín para el diseño de su campus. Además, diseñó la primera fase del trazado gracias al mismo concurso de la Cooperativa de habitaciones Bolivariana, figura asociada a la nueva Universidad Católica Bolivariana, hoy Universidad Pontificia Bolivariana.

los grandes artistas colombianos del siglo XX, destacándose como muralista y acuarelista.

[A+V]. Por favor, cuéntenos sobre su proyecto de tesis de pregrado. ¿Cómo seleccionó el tema, quién fue su director y cómo ve usted, hoy en día, aquella última experiencia académica que le permitió obtener el diploma profesional? ¿Realizó algún tipo de práctica profesional antes de graduarse?, ¿podría hablarnos de esa experiencia?

[LFM]. Durante los dos últimos semestres de la carrera se desarrollaron, en grupo, dos temas diametralmente opuestos. El primer grupo, guiado por Arturo Robledo, trabajó en una solución para un proyecto ubicado en un predio del Centro Internacional de Bogotá, con una mirada futurista que resultó ser algo más bien utópico para su época. En el segundo semestre, el grupo dirigido por el arquitecto Rafael Maldonado trabajó en un proyecto de vivienda económica en serie; esta iniciativa estaba anclada en la realidad social, económica y tecnológica del país.

Por otro lado, mis constantes visitas a mi tío Carlos Martínez en su oficina me permitieron estar presente en la toma de decisiones sobre los contenidos de la revista *PROA* y aprender de la forma de trabajo que él imprimió, literalmente, en esta publicación. Al trabajar en la diagramación de esta revista, tuve acceso a una práctica profesional de diseño gráfico que me permitió desarrollar un valioso juicio crítico gracias a las descripciones que redactaba sobre algunos de los proyectos seleccionados para su publicación. La combinación de estas dos experiencias definió, sin duda, mi interés por uno de los principales ámbitos de mi futura actividad profesional: el campo editorial.

Estar en *PROA*, cuando aún estudiaba la carrera, me permitió entrar en contacto con arquitectos colombianos muy importantes que frecuentaban la sede de la revista para intercambiar opiniones e inquietudes alrededor de temas urbanísticos, arquitectónicos, culturales y políticos. Allí conocí amigos de mi tío, entre quienes puedo mencionar a Gabriel Serrano, Hernando Camargo, Eduardo Pombo, Álvaro Ortega, Jorge Arango y Arturo Robledo.

Figura 3. Diploma de Arquitecto otorgado en febrero de 1969 a Lorenzo Fonseca, por la Universidad Nacional, sede Bogotá



Fuente: archivo personal de Lorenzo Fonseca.

Figura 4. Diploma de Urbanista otorgado en febrero de 1969 a Lorenzo Fonseca, por la Universidad Nacional, sede Bogotá



Fuente: archivo personal de Lorenzo Fonseca.

[CNM]. En 1972, año en el que debía hacer mi proyecto de tesis de grado, la socióloga Soledad Ruiz (madre de mi hijo) trabajaba en una investigación sobre la producción de café y yo era su asistente de fotografía. Se trataba de observar a los grandes productores propietarios de plantas industriales de beneficio⁷ con campamento y cantina, a los obreros recolectores, a los medianos propietarios que tenían pequeñas plantas de beneficio y a los minifundistas cafeteros que beneficiaban manualmente el café en una caneca.

Junto a mis compañeros Fernando Montenegro y Hugo Muñoz conformamos un grupo

para la tesis de grado. Propuse proyectar un pueblo cafetero en el que cada pequeño productor tuviera una casa para su familia, un beneficiadero grande y técnico, un auditorio, un centro de salud, un centro de deporte, un mercado y una sede administrativa. Elegimos un terreno ubicado en Quimbaya, Quindío. El proyecto de grado, que fue dirigido por Fernando Martínez Sanabria y contó con la asistencia de Eugenia de Cardozo, fue una hermosa experiencia que nos condujo a la investigación sobre tipologías de edificios y a reflexiones sobre la ciudad, el campo, los campesinos y la solidaridad.

⁷ El beneficiado es el proceso por el cual se obtiene el grano de café verde a partir de la cereza. Existen varios métodos. El productor elegirá uno u otro en función de diferentes variables como la climatología, el tiempo, la inversión y los recursos.

Figura 5. Reunión de arquitectos de la promoción de 1973 de la Universidad Nacional sede Bogotá, celebrada en marzo de 1998. Primera fila, de izquierda a derecha: Hernán Salcedo, María Cristina Daza, Fernando Casilimas, Clarita Camacho, Juan José Bonilla, Guillermo Sánchez. Segunda fila: Hernán Dávila, Álvaro Mora, Rosa María Bermúdez, Claudia Pinzón, Rubén Rodríguez, Rómulo Moros. Tercera fila: Jairo Acero, Bertha Parada, Jaime Urquijo, Max Beltrán, Mariana Vargas, Carlos Niño, Enrique Álvarez, Alberto Zárate, Efraín Marciales. Cuarta fila: Guillermo Franco, Mario Mendoza, Eduardo Brugés, Víctor Pulido, Fulvio Sánchez, Miguel Murcia y Mario Alarcón



Fuente: archivo personal de Carlos Niño.

[FVM]. Hacia mediados de 1970, cuando decidía el tema de mi tesis de grado, ya estaban en curso algunos cambios académicos logrados por los movimientos estudiantiles que se desplegaron en Medellín y en el país desde mediados de la década anterior. En 1968, como representante estudiantil, fui testigo de la inauguración, en nuestra facultad, de la primera Maestría en Planeación Urbana del país. Varios procesos culturales se estaban materializando en expresiones tan importantes como las Bienales de Arte Internacional de Coltejer, que se llevaron a cabo en 1968, 1970 y 1972. De hecho, en nuestra escuela se formó un grupo de artistas que, luego de alejarse de la arquitectura, iniciaron su recorrido en el medio de las artes plásticas. Recuerdo a Hugo Zapata, a Germán Botero, a Diego Arango y a Félix Ángel; todos ellos tuvieron un papel importantísimo en la creación del pregrado de Artes en la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

En ese contexto se dio la elección del tema de mi tesis de pregrado. Con un grupo de compañeros propusimos un proyecto de orden metropolitano alrededor de una “Terminal de Transporte para Medellín + Proyecto de Renovación Urbana de Barrio Triste” en el centro histórico de la ciudad. Se trataba de un megaproyecto cuyo propósito era atender los nuevos y agobiantes requerimientos que la metrópoli demandaba con urgencia. Nos asignaron un exigente grupo de profesores: Nel Rodríguez, Fabio Ramírez, Alberto Velásquez, Luis Fernando Arbeláez y Jaime Muñoz Duque. Entregamos el resultado a finales de 1971.

En 1966, al inicio de mi segundo año de estudio, coincidí con algunos integrantes de mi equipo de tesis que también habían sido mis compañeros en el Liceo Antioqueño. Juntos, decidimos fundar nuestra primera oficina. Para ello reunimos, en un lugar alquilado, todos los implementos que cada uno tenía en su casa. Lo bautizamos Taller de

Arquitectura y lo promocionamos en la facultad, por lo que nuestros primeros clientes fueron algunos profesores. Dicho proyecto cumplió su ciclo debido al pacto que se selló en el momento de iniciarlo: el taller cerraría cuando el último de nosotros se graduara.

[AAG]. Profesor Lorenzo Fonseca, poco después de obtener su diploma de arquitecto, usted asume la subdirección de la revista *PROA*. ¿Cuáles fueron las principales experiencias editoriales o personales que, en aquella época, lo motivaron intelectualmente? ¿podría contarnos cómo esta experiencia le abrió puertas en el campo profesional?

Aquella primera etapa en *PROA* finaliza cuando usted toma la decisión de viajar a Inglaterra para realizar estudios de posgrado, entre 1971 y 1973. ¿Cuál es el contexto intelectual en el que se desarrolló esa nueva etapa de su formación académica?, ¿cuáles fueron las experiencias más significativas (viajes, lecturas, personas conocidas, etc.) que marcaron esta etapa de formación?

[LFM]. Gracias al diploma en Urbanismo que recibí junto con el título de arquitecto, comencé mi ejercicio profesional en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, en la Sección de Planeamiento Urbano (Departamento de Catastro) y bajo la dirección del arquitecto Santiago Martínez. Durante mi tiempo allí participé en la elaboración del plan piloto de Desarrollo Urbano de Valledupar y en el de Girardot. Luego, tuve la oportunidad de trabajar en el estudio-taller del arquitecto Rogelio Salmona, donde desarrollé detalles constructivos para la terminación del proyecto Torres del Parque en Bogotá.

A comienzos de 1970, Carlos Martínez decidió poner fin a su labor editorial y me ofreció la dirección de *PROA*. Acepté y, con el número 238, asumí mi labor como editor; cargo que, en una dedicación casi exclusiva, implicaba actividades que iban desde la creación de contenidos hasta la gestión de relaciones públicas para obtener pautas publicitarias.

Para poder viajar y ausentarme durante dos años con el fin de realizar el posgrado, fue necesario formar un equipo de colaboradores que, bajo la estricta supervisión de Carlos Martínez, garantizara la circulación regular de la revista.

Mi viaje al Reino Unido fue posible porque, al terminar el pregrado en la Universidad Nacional, la institución me brindó la oportunidad de cursar un posgrado en el exterior. Elegí el Development of Planning Unit (DPU) de la University College London, donde estudié

desde 1971 hasta 1973. El programa estaba dirigido a estudiantes del “tercer mundo”, especialmente de Latinoamérica y el Medio Oriente, y se enfocaba en temas relacionados con la construcción de escuelas, la planeación para el desarrollo y la docencia de la arquitectura. Durante mi experiencia en el DPU coincidí con el arquitecto Andrés Orrantía. Juntos abordamos temas relacionados con la formación del arquitecto y elaboramos el documento *Notes on architectural teaching* para un curso sobre pedagogía en arquitectura.

En Londres tuve la oportunidad de asistir a clases y conferencias impartidas por destacados intelectuales invitados al programa de estudios del DPU y/o vinculados a la Architectural Association. Escuché a Christopher Jones, a Geoffrey Broadbent, a Christopher Alexander, a Charles Jencks y a Kenneth Frampton. Además, en 1971 y 1972 disfruté de las proyecciones del Festival de Cine de Londres (BFI London Film Festival).

[A+V]. Profesor Carlos Niño, poco después de obtener su diploma de arquitecto, usted tomó la decisión de ir a Francia a realizar otro posgrado, esta vez en Historia del Arte en la Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, entre 1974 y 1976. ¿Cuál fue el contexto intelectual en el que se desarrolló esta nueva etapa de su formación académica?, ¿cuáles fueron las experiencias que marcaron esta etapa (viajes, lecturas, personas, etc.)?, ¿podría contarnos cómo fue que esta oportunidad le abrió puertas en el campo profesional al regresar a Colombia?

Para concluir, una década más tarde, en una tercera etapa, usted regresa a Europa con el propósito de realizar una maestría en la Architectural Association de Londres entre 1983 y 1985. ¿Cuál fue el contexto cultural e intelectual en el que se desarrolló esta nueva etapa?, ¿cuáles fueron las dificultades o ventajas, ya se personales o académicas, que se presentaron?

[CNM]. La Universidad Nacional otorgaba una beca por un periodo de dos años al estudiante que obtuviera el mejor promedio de notas de su promoción; el ganador podía escoger un destino en el exterior para realizar sus estudios. Tuve la fortuna de obtenerla y, así, cumplir mi sueño de ir a París. Al no encontrar posgrados en Arquitectura para darle continuidad a mi formación inicial, me inscribí en una *licence*⁸ en Historia del Arte en la Université Paris 1, cuyas clases tenían lugar en el imponente edificio del *Institut d'Art et d'Archéologie*⁹. Allí estudié arquitectura medieval, barroco italiano y escultura moderna; además, tuve profesores magníficos, como Louis Grodecki en arte gótico, Daniel Arasse en barroco italiano y Nouredine

⁸ La licence equivale a un pregrado en Colombia.

⁹ Este edificio fue diseñado por el arquitecto Paul Bigot (1870-1942) y se construyó durante la segunda mitad de 1920 en la rue Michelet.

Mezhoughi en arquitectura medieval otoniana. Durante mi tiempo libre practiqué escultura en metal en la Ecole des arts appliqués à l'industrie (rue Olivier de Serres), viajé extensamente por Europa, tome muchas fotografías y dibujé todo tipo de arquitecturas.

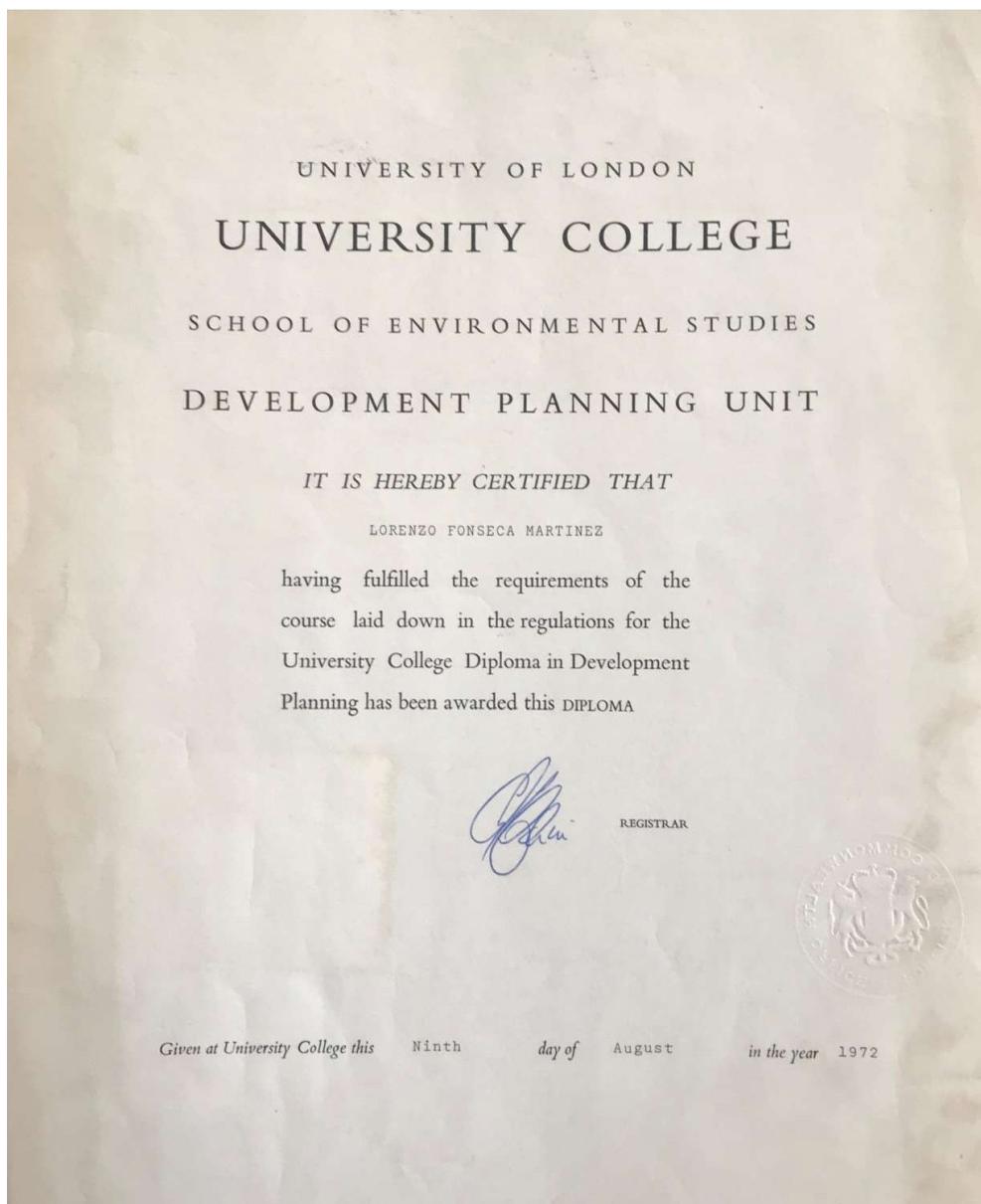
La beca me obligaba a regresar a la institución, así que al día siguiente de mi regreso a Bogotá ¡ya me encontraba dictando un curso de arquitectura moderna! Este fue uno de los cursos que dicté en la Universidad Nacional durante 15 años.

Años más tarde obtuve una beca del Consejo Británico para estudiar en la Architectural Association en Bedford Square, Londres. Esta asociación era una de las principales escuelas de arquitectura del mundo. Allí estaban Rem Koolhaas, Cedric Price, Bernard Tschumi, Zaha Hadid, entre otras figuras internacionales. Además, se invitaba con mucha frecuencia a grandes personajes del mundo de la arquitectura y de otros campos. Me inscribí en un

posgrado en Historia y Teoría de la Arquitectura que era dirigido por Micha Bandini, una intelectual italiana seguidora de Tafuri, Rossi y la urbanística italiana.

En plena influencia del posmodernismo, me llamaba la atención la presentación de proyectos en los que no se incluían columnas ni frontones clásicos. En cambio, se privilegiaban las discusiones sobre arquitectura, ciudad, hábitat y comunicación, en un ambiente de verdadera vanguardia. Era una época que auguraba grandes cambios y en la que el modernismo se encontraba en crisis. Estudiábamos autores como Theodor Adorno, Walter Benjamin, Michel Foucault, Martin Heidegger, Erwin Panofsky, Rudolf Wittkower, Carl Schorske, Giulio Carlo Argan, Alan Colquhoun, Anthony Vidler y Peter Eisenman. Participé en una amplia variedad de actividades organizadas por la asociación y disfruté de todo lo que una gran capital como Londres podía ofrecer a un estudiante de arquitectura.

Figura 6. Diploma de estudios en Development Planning otorgado a Lorenzo Fonseca en 1972 por el University College (University of London)



Fuente: archivo personal de Lorenzo Fonseca.

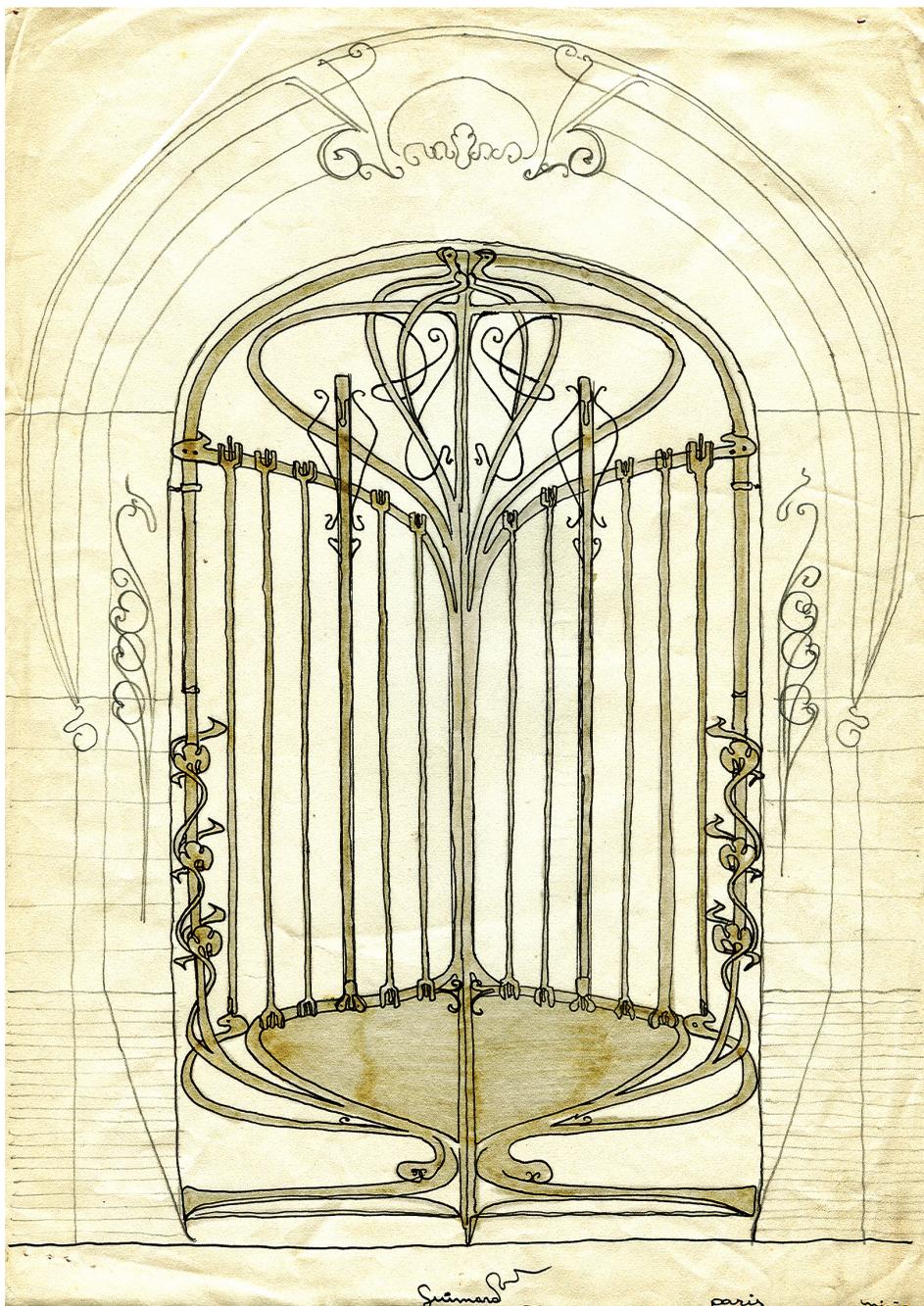
[A+V]. Profesor Fernando Viviescas, durante la década siguiente a su grado como arquitecto, y ya como docente, usted tomó la decisión de estudiar en el extranjero. Entre 1976 y 1978 completó el Master of Arts en la Universidad de Texas y, en 1982, se especializó en Vivienda Popular en el Institute for Housing Studies en Rotterdam. ¿Podría describir el entorno en el cual realizó sus estudios, tanto en Estados Unidos como en Holanda?, ¿cuál fue el contexto cultural e intelectual en el que se desarrolló esa nueva etapa?, ¿qué dificultades o ventajas (personales, académicas, etc.) se presentaron?

[FVM]. Por fortuna, en 1975 fui beneficiario de una beca otorgada por el Latin American Scholarship Program of American Universities (LASPAU). Fue así como pude viajar, a principios

de 1976, a Austin, Estados Unidos, para estudiar la Maestría en Planeación Urbana en el Institute of Latin American Studies (ILAS)¹⁰ de la Universidad de Texas. Fui asiduo visitante de la Benson Library. Mi tesis de grado fue dirigida por Henry Dietz y se tituló *Implicaciones políticas del proceso de urbanización en Colombia (1920-1970). Una aproximación histórica al proceso de urbanización en la lucha de clases.*

En 1978, al regresar a Medellín, asumí la dirección del recién creado Centro de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura, por designación del decano Emilio Cera Sánchez. Allí se establecieron tres líneas de trabajo: una enfocada en el Patrimonio Cultural Construido, liderada por Fernando Orozco; otra sobre Arte, dirigida por Germán Botero; y una tercera sobre

Figura 7. Detalle de la puerta de acceso principal del edificio de apartamentos Jassedé (Hector Guimard, 1905) en el distrito 16 de París. Dibujo en lápiz y tinta realizado por Carlos Niño en 1974



Fuente: archivo personal de Carlos Niño.

investigación urbana, que asumí junto con la arquitecta Beatriz Gómez.

A principios de 1979, como consecuencia de haber alcanzado una mención en el Primer Concurso Nacional de Investigación organizado y financiado en 1978 por la Fundación para la Educación Superior (FES) de Cali, iniciamos un trabajo sobre la espacialidad de los barrios populares en las comunas de Medellín¹¹. En ese momento se había desarrollado, de forma muy positiva, el reconocimiento de la presencia del hábitat “informal”, lo que fortaleció los vínculos entre nuestra institución y el Institute for Housing Studies de Rotterdam¹² (antiguo Bouwcentrum International Education). En ese contexto, fui comisionado para participar en los cursos en Holanda en 1982, que sirvieron para validar mi especialización en Vivienda Popular.

Al regresar a Colombia llevamos a cabo, entre 1982 y 1984, la investigación *La calidad espacial urbana de los barrios para sectores de bajos ingresos en Medellín*. Esta investigación estaba centrada en la comuna noroccidental de la capital antioqueña y recibió financiación y apoyo institucional de la Escuela de Hábitat CEHAP. Una vez entregamos los resultados y las conclusiones de este proyecto, asumí la decanatura de la Facultad, desde 1984 hasta 1988.

[A+V]. ¿Qué importancia tuvieron para usted los viajes de estudio? ¿Podría contarnos cuáles fueron aquellos viajes, incluso posteriores, que marcaron su formación profesional e intelectual?, ¿en qué contexto se dieron (institucional o personal)?

[LFM]. Mi estadía en el Reino Unido me motivó a viajar por Europa: visité las capitales y otras ciudades de Italia, Alemania y Países Bajos. Posteriormente, como comisario para proyectos de lo que hoy es el Museo Arqueológico (MUSA), tuve la oportunidad de llevar muestras de cerámica precolombina a ciudades como Sevilla y Estocolmo. En nuestro continente, he viajado con regularidad a Ecuador, Perú, Argentina, México y Guatemala.

[CNM]. Además de mi experiencia como estudiante en París y luego en Londres, recuerdo otros viajes muy especiales. En 1985 me trasladé a Vicenza para hacer un curso de tres semanas sobre Andrea Palladio: fue una experiencia magnífica, junto a profesores internacionales de primera plana y visitas a todas las obras de Palladio en el Véneto (años antes, yo había preparado un texto sobre Palladio¹³ para la editorial Escala). También, tengo buenos recuerdos de un curso que realicé en 1992 en la University of Virginia (Charlottesville), durante tres meses, sobre la historia de las ciudades norteamericanas en los siglos XIX y XX. He tenido la oportunidad de viajar por medio mundo: India, China, Japón, Vietnam, Rusia, Australia, África del Norte, las tres Américas y toda Europa.

[FVM]. De mi etapa formativa inicial, recuerdo tres viajes grupales. El primero de ellos fue a San Agustín y el segundo a Cartagena. Después viajamos a Bogotá, en 1969, para participar en un torneo de fútbol que se disputaría entre las distintas sedes de la Universidad Nacional de Colombia, lo que me permitió entrar por primera vez a nuestro Campus Universitario.

Mi primer viaje internacional fue a Nueva York¹⁴ en 1976. La primera vez que viajé a Europa, en 1982, recuerdo que inicialmente llegué a Ámsterdam¹⁵. Ese mismo año visité el Muro de Berlín y tuve una visión desesperanzadora de aquel lugar debido al contraste entre la Berlín Este y Berlín Oeste. En 1996, maravillado, recorrí por primera vez las calles de Estambul cuando asistí, como delegado de Colombia, a la segunda conferencia de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos.

[A+V]. ¿En qué momento se interesó por la docencia y cuáles fueron las razones que lo condujeron a la enseñanza y a la investigación?, ¿por qué se enfocó en temas como la historia y la crítica de la arquitectura y del urbanismo? ¿cuáles fueron las escuelas de pensamiento, los autores y las obras (libros, películas, etc.) que más influyeron en su construcción intelectual y alimentaron su labor como docente e investigador?

¹⁰ Hoy es el Teresa Lozano Long Institute of Latin American Studies (LLILAS).

¹¹ El primer trabajo fue: “El espacio urbano y sus posibilidades lúdicas en las ciudades colombianas. El caso de la comuna Nororiental de Medellín”.

¹² El Centro de Estudios del Hábitat Popular (CEHAP) fue creado en el marco del Programa de Estudios de Vivienda en América Latina (PEVAL).

¹³ Fonseca, L. (1983). Andrea Palladio. *Cuadernos de arquitectura escala*, 5.

¹⁴ Mi asombro con la modernidad urbana norteamericana me llevo a recorrer Boston, Buffalo, Toronto, Houston, Dallas, Austin y Nueva Orleans.

¹⁵ También visité otras grandes capitales: Roma, París, Madrid, Londres y Bruselas.

Figura 8. Lorenzo Fonseca y Soledad Ruiz



Fuente: archivo personal de Lorenzo Fonseca.

Figura 9. Lorenzo Fonseca



Fuente: archivo personal de Lorenzo Fonseca.

Figura 10. Carlos Niño durante un viaje en Cantón, China, 1987



Fuente: archivo personal de Carlos Niño.

Figura 11. Carlos Niño dibujando durante un viaje en Jaisalmer (cerca de la frontera con Pakistán), Rajastán, India, 1990



Fuente: archivo personal de Carlos Niño.

[LFM]. El arquitecto Eduardo Pombo, decano de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de los Andes, me invitó a trabajar como profesor de cátedra. Así, en el segundo semestre de 1969 empecé a trabajar como asistente del arquitecto Jacques Mosseri, quien dirigía el proyecto de grado. Entre los estudiantes que participaron en este proyecto estaban Benjamín Villegas y Eduardo Samper. Durante algunos semestres más colaboré en el taller del cuarto semestre con profesores como Ernesto Jiménez, Luis Eduardo Torres y Alfonso García.

Al regresar de Londres, me vinculé a la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional. Mi retorno al país coincidió con el de otros arquitectos que habían tenido experiencias similares a la mía, entre ellos estaban el mismo Andrés Orrantía, Alberto Saldarriaga y Jorge Espinel. Se nos encomendó la tarea de reestructurar los contenidos de los dos primeros semestres de la carrera, por lo que se creó la cátedra de Medio Ambiente como primera aproximación pedagógica a la ecología. Sin embargo, mi presencia en la universidad fue muy breve ya que, después de una huelga estudiantil que se prolongó durante todo un semestre, los líderes del movimiento consiguieron que la rectoría decretara una nota colectiva: una situación absurda que nos llevó a Alberto Saldarriaga y a mí a retirarnos de la facultad.

Volví a la Universidad de Los Andes para impartir los cursos de Teoría de la Arquitectura, Historia de la Arquitectura y Medio Ambiente. Los inconvenientes causados por factores externos al oficio durante el ejercicio de la actividad docente, me llevaron a asociarme con Alberto Saldarriaga. Juntos desarrollamos algunos proyectos de investigación y concursamos en varios certámenes: en 1976 participamos en la convocatoria para elaborar el catálogo de una exposición organizada por el Centro Colombo Americano, con el arquitecto Eric Witzler como curador, sobre la arquitectura contemporánea en Colombia. Creamos entonces el Centro de Estudios Ambientales (CEAM Ltda.) y abordamos el tema con la colaboración de algunos estudiantes provenientes de grupos de alumnos que antes habían tomado clases con nosotros y algunos profesionales recién graduados. En esta primera investigación trazamos un recorrido desde la arquitectura precolombina hasta nuestros días; así, abordamos la conquista, la colonia y la independencia, para llegar a los siglos XIX y XX, donde abordamos de manera breve el tema que estaba en boga en el mundo occidental en ese momento, gracias al libro *Arquitectura sin arquitectos* de Bernard Rudofsky (1964). La estructura investigativa que desarrollamos para este trabajo se convirtió en la base de todas las investigaciones que abordamos.

[CNM]. Siempre he “culpado” a Alberto Saldarriaga de convencerme para ser profesor de Historia de la Arquitectura. Cuando aún era estudiante y me faltaba solo un año para terminar la carrera, Alberto me buscó y me dijo: “Voy a reestructurar los cursos de historia en la Universidad Piloto, venga y me ayuda”. Aunque dudé, por el hecho de no haberme graduado aún, él simplemente me dijo: “Tranquilo que allá no se dan cuenta”. Así que lo seguí en esa primera experiencia. Cuando me gradué empecé a trabajar en la oficina de Jacques Mosseri (1936); así que por la mañana yo era residente de obra en un colegio del sur y en la tarde me desempeñaba como profesor de Historia de la Arquitectura.

Siempre me ha interesado la historia porque no concibo otra manera de estudiar la arquitectura y porque creo que investigar en torno a ella es compartir conocimiento con los arquitectos de nuestro país. Me he apoyado en ideas y conceptos propios de la urbanística italiana, de la geografía francesa y de otras corrientes de pensamiento; además, he releído autores como Georges Duby, Fernand Braudel, Henri Pirenne, John Summerson, Carl Schorske, Richard Sennett, José Luis Romero, Aldo Rossi, Manfredo Tafuri, Manuel de Solá-Morales y Marina Waisman.

[FVM]. No creo que haya existido “un momento”: en realidad, mi interés por la docencia fue el resultado de un proceso cognitivo e ideológico en el que fue fundamental mi experiencia intelectual, política y profesional, adquirida en los Grupos de Estudio y en El Taller de Arquitectura. La docencia emergió naturalmente como complemento crítico y como soporte metodológico estructural del trabajo investigativo que había comenzado a desarrollar en aquellos años. De hecho, fui monitor durante el último año de estudio y, dos meses después de graduarme, en abril de 1972, acepté una invitación a presentarme como docente en el cargo de Instructor Asistente. Tuve la fortuna de trabajar en las cátedras de Expresión Arquitectónica junto a tres excelentes artistas: Ethel Gilmour, Saturnino Ramírez y Javier Restrepo.

Por otro lado, mi acercamiento a la problemática urbana se había ido perfilando de una manera bastante ecléctica, apoyándome en la lectura de Lewis Mumford, Jane Jacobs, Kevin Lynch y Manuel Castells.

[A+V]. Hoy, después de una reconocida y brillante carrera profesional de casi medio siglo, ¿cómo percibe usted el presente de la enseñanza de la arquitectura y del urbanismo en Colombia?

Por último, además de los retos que implica la actual crisis producida por la pandemia: ¿hacia dónde considera que deben orientarse las facultades y escuelas de arquitectura para evolucionar y así mejorar la calidad de sus programas?

Figura 12. Carlos Niño, Alberto Saldarriaga y Silvia Arango en el lanzamiento de la colección PILARES de la editorial de la Universidad Nacional de Colombia, en la Feria del Libro de Bogotá, 2019



Fuente: archivo personal de Carlos Niño.

[LFM]. Veo con preocupación que las herramientas tecnológicas son tan sofisticadas hoy en día, como se advierte en el debate en torno a la Inteligencia Artificial, que han reemplazado el ejercicio de plasmar, a través del dibujo con la mano, la representación del espacio tridimensional concebido en la mente del arquitecto. Se tiende a pensar que la tridimensionalidad debe ser el resultado de una operación virtual y no se percibe su importancia como punto de partida de la creación en el diseño. Esto tiene implicaciones en la docencia, puesto que se privilegia “estar al día” en la siempre cambiante tecnología y se deja de lado la reflexión sobre el espacio que, en definitiva, es lo que diferencia al arquitecto de los profesionales de otras disciplinas.

[CNM]. Hoy en día, los profesores de arquitectura tienen un nivel de formación más alto: muchos de ellos cuentan con títulos de doctorado y varias maestrías; pero tienen poca experiencia práctica en diseño y construcción. Por otro lado, la historia y la teoría de la arquitectura han sido suprimidas o reducidas

progresivamente en los planes de estudios. En la Universidad de los Andes, por ejemplo, ya no se dictan cursos de historia. Desde mi punto de vista, debería suceder lo contrario: así como se dictan diez talleres a lo largo de la carrera, cada uno de ellos con una duración aproximada de diez horas semanales, a los estudiantes también se les deberían ofrecer igual número de cursos de historia, con una duración similar. Esto les permitiría analizar y explicar el contexto social y cultural de las obras, de modo que no tengan que quedarse con datos y fechas aisladas que no contribuyen a su formación integral.

Colombia es un país con muchos arquitectos que, en su mayoría, tienen dificultades para encontrar trabajo y pasan a ser profesionales poco útiles para nuestra sociedad. Gran parte de los arquitectos se enfoca en comercializar su *savoir-faire*, con el fin de satisfacer los encargos de sus clientes; otros, que son una minoría, forman parte de una burocracia pública que tiende a desaparecer; pocos se dedican a la docencia.

Figura 13. Lorenzo Fonseca y Claudia Burgos en las oficinas de la Revista *PROA*, 2016



Fuente: archivo personal de Lorenzo Fonseca.

[FVM]. En países como Colombia, la universidad debe encontrar un sentido que vaya mucho más allá de la simple formación de los profesionales que el gran capital necesita para mantener activo su aparato productivo. Las universidades se enfrentan a la necesidad de reconstituirse bajo la forma de centros de investigación y de experimentación de propuestas, métodos, procedimientos y objetos que contribuyan a mejorar la existencia individual y colectiva de la gente en las ciudades.

Se ha abierto un enorme ámbito de trabajo para que las universidades tengan un protagonismo esencial en la conducción de Colombia durante la pospandemia. El escenario actual demanda de la universidad una profunda revolución ideológica y procedimental que dinamice y potencie su capacidad de respuesta a estos requerimientos, desde todos los campos del conocimiento, con eficacia y eficiencia.

Figura 14. Antanas Mockus y Carlos Niño en el IV Congreso Internacional de la Lengua Española celebrado en Cartagena de Indias, Colombia, en 2007



IV CONGRESO INTERNACIONAL DE LA LENGUA ESPAÑOLA
CARTAGENA DE INDIAS . Marzo 26 a 29 de 2007



Fuente: archivo personal de Carlos Niño.

Figura 15. Fernando Viviescas frente a la maqueta del proyecto planteado bajo su dirección (no construido) para dotar a la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, de un parque científico y tecnológico



Fuente: archivo personal de Fernando Viviescas.

CONCLUSIONES

Al intentar identificar algún punto común entre las entrevistas publicadas en estas series, nos parece evidente que uno de los más importantes está relacionado con la imagen que cada arquitecto entrevistado ha forjado de sí a lo largo de su carrera, a saber, la de un “arquitecto-intelectual”. Este concepto se relaciona con el análisis planteado por el historiador de la arquitectura Jean-Louis Cohen, que identifica los síntomas de la ruptura entre arquitectos e intelectuales en el medio francés a consecuencia de la crisis de 1968, tras el arribo fulgurante de la pluridisciplinariedad a las nuevas escuelas de arquitectura mientras la disciplina reconstruía lentamente su identidad y su sistema de relaciones con otras prácticas (Cohen, 2015)¹⁶.

En Colombia, los cambios introducidos desde finales de 1960 hasta inicios de 1980 en la enseñanza de esta disciplina parecen marcar una ruptura entre arquitectura, política y cultura, la cual se ha profundizado en el primer cuarto del siglo XXI con la absorción acelerada de nuevos discursos y herramientas digitales en la era de la globalización.

Al escuchar y leer los testimonios de los arquitectos que hemos entrevistado, emergen motivaciones personales y anhelos colectivos que contribuyeron a que aquella generación forjara una élite de nuevos “arquitectos-intelectuales”. Fueron ellos quienes fundaron los primeros posgrados en arquitectura y urbanismo; además, propiciaron reflexiones y debates, que van más allá de los escenarios universitarios, sobre el papel de estas disciplinas en la construcción de la sociedad.

Nuestro interés por reconstruir fragmentos de esta etapa de la historia de la profesión en Colombia responde a tres de las preguntas que originaron el estudio sobre el caso francés, conducido por la socióloga Raymonde Moulin a principios de 1970, pero que podemos trasladar, medio siglo después, a nuestra actualidad nacional: ¿qué tipo de crisis afecta a la profesión de arquitecto?, ¿cuáles son los obstáculos —impuestos por los mismos arquitectos o por otros actores sociales— que los arquitectos que ejercen en cualquier campo

(urbanismo, diseño, docencia, etc.) deben superar para recuperar o adquirir legitimidad en el escenario social?, ¿cuáles son las transformaciones que pueden esperarse en la reorganización de la profesión, si esta toma de conciencia produce acciones concretas? (Moulin et al., 1973).

Ante la evidente ausencia de estudios sobre las transformaciones que ha sufrido la profesión y su enseñanza en Colombia durante la época que nos interesa (desde mediados de 1960 hasta principios de 1980), las entrevistas presentadas revelan que el interés de los profesionales de las ciencias sociales en esta reflexión ha brillado por su ausencia, a pesar de ser necesaria la participación de sociólogos, antropólogos y economistas.

De hecho, una mirada a la arquitectura nacional y a su sistema desde la sociología francesa, es un referente que debe ser analizado a través de investigaciones más recientes. En efecto, la construcción de una “sociología de la arquitectura” constituye un campo que tiene sus raíces en Mayo del 68¹⁷ y, por extensión, en una tradición sociológica de la arquitectura que se debate entre la sociología del arte, la sociología de la profesiones y la sociología de la ciudad y del hábitat.

Para dar respuesta a la pregunta sobre si la arquitectura es un objeto de estudio de la sociología, Olivier Chadoin sugiere considerar al menos tres dimensiones. En primer lugar, es importante tener en cuenta el interés que reviste el estudio de la arquitectura y de los arquitectos para el conocimiento del espectro social; en segunda instancia, el interés social e histórico del conjunto de prácticas e individuos que moldean este medio profesional e intelectual alimentado por posiciones y estatus muy variados; por último, el uso de la sociología en el análisis de la arquitectura y, en particular, de su producción y recepción (Chadoin, 2021).

En última instancia, estas entrevistas nos llevan también a preguntarnos: ¿cuál es el lugar que hoy ocupa la arquitectura en la sociedad y en la cultura colombiana?

¹⁶ En este libro, Cohen retoma elementos del discurso del historiador de la arquitectura Sigfried Giedion (1888-1968) acerca de la querrela entre arquitectos e ingenieros que tuvo lugar en el siglo XIX. Para Cohen, dicho episodio de ruptura marcó profundamente la delimitación de los saberes sobre los cuales unos y otros han operado desde entonces; además, ha condicionado la capacidad de los profesionales de la arquitectura para crear conexiones entre la arquitectura producida y la cultura de su respectiva época (Cohen, 2015).

¹⁷ En aquellos años, los trabajos de Henri Lefebvre y de Henri Raymond sobre la vida cotidiana y lo urbano fueron los primeros trabajos de sociólogos en ser ampliamente difundidos entre estudiantes de arquitectura.

CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Esta tercera serie de entrevistas ha sido desarrollada en el marco de la investigación que se presentará en Colombia, en 2024, junto con la exposición “Mai 68: l’architecture aussi”¹⁸ (que en su versión integral tuvo lugar en París en la Cité de l’architecture et du patrimoine). Los resultados de la investigación sobre el caso colombiano serán presentados como complemento de la exposición principal (traducida al español por Andrés Ávila-Gómez), y se titulará *Ecos de Mayo del 68 en la enseñanza de la arquitectura en Colombia*¹⁹.

Los autores de este trabajo han realizado las siguientes contribuciones: Andrés Ávila-Gómez, concepción del estudio y diseño experimental; David Vélez Santamaría y Andrés Ávila Gómez, recolección, análisis de datos e interpretación de los resultados. Los autores declaran que no tienen conflictos de interés relevantes en relación con la investigación presentada por el Grupo de Investigación en Arquitectura, Urbanismo y Paisaje en la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín.



¹⁸ Comisarios de la exposición original: Caroline Maniaque, Eléonore Marantz y Jean-Louis Violeau.

¹⁹ Investigadores principales: Andrés Ávila-Gómez y David Vélez Santamaría.

REFERENCIAS

Chadoin, O. (2021). *Sociologie de l'architecture et des architectes*. Editions Parenthèses.

Cohen, J. (2015). *La coupure entre architectes et intellectuels, ou les enseignements de l'italophilie*. Mardaga.

Moulin, R., Dubost, F., Gras, A., Lautman, J., Martinon, J. & Schnapper. (1973). *Les architectes: métamorphose d'une profession libérale*. Calmann-Lévy.



ARTÍCULOS

The background is a solid orange color with a faint, semi-transparent image of a modern building. The building features a prominent, tree-like structural element with multiple arches. In the foreground, a person is riding a bicycle on a path. The entire scene is reflected in a body of water at the bottom of the frame.

Historia y evolución del entramado urbano en la época colonial, republicana y moderna en Ibagué

History and evolution of the urban framework in colonial, republican and modern times in Ibagué

Recibido: mayo 10 / 2021 • Evaluado: noviembre 11 / 2021 • Aceptado: mayo 23 / 2023

Néstor Andrés Guarnizo-Sánchez*
Universidad Santo Tomás, Floridablanca (Colombia)
División de Ingenierías y Arquitectura, Facultad de
Arquitectura

Sandy Angelina Mosquera-Muñoz**
Universidad Antonio Nariño, Ibagué (Colombia)
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica
y Biomédica (FIMEB), Programa de Ingeniería
Mecánica

RESUMEN

El marco fundacional de la mayoría de las ciudades de Colombia tiene sus raíces en la organización territorial adoptada por la monarquía española. En el caso del municipio de Ibagué, se logran evidenciar los cambios en su estructura física que permitieron poner en contexto su leve desarrollo en la región Tolimense; desde la estructura urbana de la ciudad, se describen históricamente los periodos colonial y republicano, hasta la era moderna, destacando las diferentes argumentaciones encontradas en cada periodo. La exploración bibliográfica y cartográfica, nos permite describir temporalmente las condiciones urbanísticas de cada periodo. Para realizar este estudio del territorio se utilizó el método de análisis temporal con un enfoque cualitativo que permitió la obtención de datos descriptivos sobre el contexto urbano en los diferentes periodos históricos.

Palabras clave:

ambiente; ciudad; cultura; estructura urbana; paisajismo.

ABSTRACT

The basic framework of most cities in Colombia has its roots in the territorial organization adopted by the Spanish monarchy. In the case of the municipality of Ibagué, the changes in its physical structure that allowed to contextualize its slight development in the region of Tolima are evidenced; from the urban structure of the city, the colonial and republican periods are described historically, up to the modern era, highlighting the different arguments found in each period. The bibliographical and cartographic research allows us to describe the urban conditions of each period in time. In order to carry out this study of the territory, we used the method of temporal analysis with a qualitative approach, which allowed us to obtain descriptive data on the urban context in the different historical periods.

Keywords:

environment; city; culture; urban structure; landscaping.

CÓMO CITAR

Guarnizo-Sánchez, N. A., & Mosquera-Muñoz, S. A. (2024). Historia y evolución del entramado urbano en la época colonial, republicana y moderna en Ibagué. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(1), 31-48. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.4042>

- ✦ Arquitecto, Universidad Antonio Nariño (Colombia).
Docente de pregrado y posgrado, Universidad Santo Tomás (Bucaramanga).
Especialización en Urbanismo y Arquitectura Sostenible, Euroinnova (España).
Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Universidad de Manizales (Colombia).
Aspirante a doctor en Dirección De Proyectos, Universidad Benito Juárez (México).
◆ https://scholar.google.com/citations?view_op=list_works&hl=es&user=4aMRA3gAAAAJ
● <https://orcid.org/0000-0002-2500-6586>
✉ nestor.guarnizo@ustabuca.edu.co / arquitecto.guarnizo@gmail.com
- ** Ingeniera Mecánica, Universidad de Ibagué (Ibagué).
Docente de pregrado en Ingeniería Mecánica, Universidad Antonio Nariño (Ibagué).
Especialista en Docencia Universitaria, Universidad Militar Nueva Granada (Bogotá).
Doctora en Ciencias de la Educación, Universidad URBE (Venezuela).
◆ https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=yda0yoAAAAJ&view_op=list_works&authuser=2&gmla=ABE00Yrs8yOt3xKlwfUgS-TvóraaryemXONtGzV9oMmPul8FjWEsYJUDn9IjSOXUYySSi-nSEc7yufBHJl_5QsQvScl3EhJp3Tmhbf-X
● <https://orcid.org/0000-0002-0020-7584>
✉ coordinador.mecanica.ibague@uan.edu.co / sandyjklf@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Para definir las condiciones de tipo cultural, económico y político en un país como Colombia es trascendental descubrir los cambios paisajísticos en diversas fases de su historia. Una de las causas de estos consiste en la conformación de asentamientos urbanos, que jugaron un papel significativo en el desarrollo territorial. En un primer momento, emergieron los primeros conceptos de la arquitectura española, la forma del entramado urbano, los diseños de los edificios principales sobre la plaza central, la iglesia, el cabildo y las residencias de los funcionarios civiles y religiosos.

Desde el inicio de la colonización las tropas españolas conquistaron la “Villa de San Bonifacio de Ibagué del Valle de las Lanzas”, actualmente la capital del departamento del Tolima. Este municipio ha tenido una relación estrecha con sucesos internos que en gran medida condicionaron el progreso del territorio, por ejemplo, en los años 1946 y 1958 la violencia en zona rural se replegó en todo el departamento y trajo consigo el desplazamiento forzado del campo a la ciudad y, luego, el fenómeno natural de Armero en el año 1985, donde miles de residentes migraron a la ciudad por la devastación de sus hogares. El contraste en la modernidad se antepone urbanísticamente al concepto de prosperidad, el cual se refleja en diversas problemáticas ambientales con la masiva expansión de asentamientos informales en el sector del piedemonte y las orillas de ríos y quebradas.

Ibagué, conocida como la ciudad musical de Colombia, ha sido un notable ejemplo de una ciudad con bastantes complejidades en materia social, económica e infraestructural (Nuevo Día, 2022). Esta última ha sido un aspecto negativo para el desarrollo del territorio, de ahí que el presente artículo se oriente a describir el desarrollo y la importancia histórica de su evolución urbana, así como los aportes y las transformaciones que se generaron a través del tiempo. El objetivo principal fue extraer una síntesis de la evolución urbana abordada en tres periodos históricos (colonia, república y modernidad) y recolectar información cronológica sobre su historia y avances alcanzados en cada una de sus etapas.

Para definir el alcance metodológico, se optó por una investigación cualitativa, pues esta entiende las dinámicas urbanas actuales del municipio de Ibagué y enfatiza en la urgencia de estudiar el periodo precolonial y el progreso en diversos periodos históricos. La base del estudio del territorio fue documentación y cartografías, las cuales son útiles para desentrañar los impactos del proceso de colonización a partir del modelo urbano implementado por los españoles, la transformación en la época republicana y, por último, la era modernista del siglo XXI. De esta manera, se puede comprender la historia urbanística de la ciudad, así como sus prácticas, costumbres y dinámicas sociales actuales desde el contexto de América Latina.

METODOLOGÍA

Se asumió una postura cualitativa para el estudio del contexto urbano. Esta, en términos generales, permite exponer una perspectiva longitudinal de las transformaciones urbanas a través de las distintas épocas de la conformación social de la ciudad, comprendiendo el contexto y los diversos eventos que se articularon en las etapas del desarrollo territorial. De tal forma, es posible crear un lenguaje descriptivo homogéneo, según Miller (2000) y Verd & Lozares (2016), autores que definieron este tipo de investigación como muy útil para el análisis de procesos lineales. Además de cualitativo, el enfoque está encaminado a la indagación sobre los distintos fenómenos urbanísticos a partir de acontecimientos históricos. Se estudiaron diversas fuentes bibliográficas para revelar los avances en la colonia, la época republicana y la modernidad, teniendo en cuenta los aspectos sociales y territoriales.

En este proceso se recurrió a herramientas complementarias, como fuentes bibliográficas y planos históricos que ilustran la evolución de la morfología urbana en dos dimensiones.

Fuentes bibliográficas

En el caso del material bibliográfico del que se tomó la información y los detalles que definen la valoración cualitativa de la bibliografía histórica, está integrado por diversos relatos en determinadas etapas o acontecimientos históricos del municipio. Estos se hallan consolidados en fuentes biográficas, como estudios fidedignos que citan autores como Cifuentes-Segovia (2016), Cuartas (1994) o Francel (2015) y que sirven como fundamento en la conformación de la estructura documental. Además, permiten consolidar conceptos y hechos sociales portadores de la

historia y que traen consigo una mejor comprensión del flujo continuo de transformaciones urbanas a través del tiempo.

Cartografías urbanas

También es importante como parte de la construcción del artículo recurrir a la cartografía urbana histórica, que consiste en descifrar la cartografía en cada periodo histórico con el fin de hacer una lectura del desarrollo de la ciudad

en sus diversas etapas. Esta herramienta está basada en el análisis de cartografía, el cual complementa al método de análisis cuantitativo a partir de la transcripción y la identificación de los elementos representados en las fuentes históricas utilizando planos en la reconstrucción e ilustración de la forma urbana (Martínez-Silva, 2003). El resultado obtenido es una serie cartográfica que muestra el proceso de evolución continuo hasta llegar a su forma más reciente.

RESULTADOS

La conquista del territorio pijao

La Villa de San Bonifacio de Ibagué del Valle de las Lanzas fue el nombre puesto en honor a un santo europeo, como era la tradición en la época de la conquista cuando se consagraba un lugar. Este asentamiento fue fundado por el capitán español Andrés López de Galarza en 1550. El general y sus soldados cruzaron el Magdalena y llegaron al territorio que denominaban como el “Valle de las Lanzas”, porque los nativos pijaos contaban con largas astas de punta afilada elaboradas en guadua con las cuales intimidaban y atacaban las tropas españolas. Fray Pedro de Aguado (1956), en su texto *Recopilación historial*, hace referencia a esta tribu considerada como: “Fieros guerreros que tienen por costumbre alimentarse de carne humana, saliendo de sus casas para invadir a sus comarcas, los cuales cobraron fama de valientes y temidos de todas las otras gentes” (como se cita en Montoya-Guzmán, 2022, p. 99). La ocupación de esta región fue una expresa orden de la Real Audiencia, que tenía la misión de llevar a cabo la fundación de una ciudad de paso que sirviera de ruta comercial y militar entre Popayán y Santa Fe de Bogotá (Martínez-Peñas & Fernández-Rodríguez, 2011).

Esta expedición estuvo condicionada al hallazgo de varios yacimientos de oro y plata sobre el Río Grande del Magdalena. Por tal razón, existía urgencia en tener una vía de acceso menos difícil entre las villas de Tocaima, cerca de Santafé de Bogotá y Cartago, en el valle del Cauca, para transportar tesoros. Estas razones llevaron a la Real Audiencia del Nuevo Reino de Granada a optar por enviar un contingente de soldados para acabar con cualquier resistencia que fuera un obstáculo para la libre movilidad de las campañas españolas. Los pijaos representaban una amenaza constante, de modo que marcaron un hito que puede considerarse el último episodio de la conquista y el paso definitivo hacia la colonización (Salmoral, 1965, p. 93). La ocupación de esta región fue una expresa orden de la Real Audiencia, que tenía como objeto llevar a cabo la fundación de una ciudad de paso que sirviera de ruta comercial y militar entre Popayán y

Santa Fe de Bogotá (Martínez-Peñas & Fernández-Rodríguez, 2011).

Cuando Andrés López de Galarza ingresó a los actuales territorios del departamento del Tolima, lo hizo entrando en contienda con los pobladores a las orillas del río Magdalena. Así, luchó por los dominios de los Coyaimas y Natagaimas y, en plena campaña, se adentró en la zona más hostil custodiado por los nativos pijaos. López de Galarza estratégicamente solicitó refuerzos al mando del capitán Melchor Valdez, que llegó a tiempo con sus soldados y logró diezmar la presión generada por la tribu guerrera. El 14 de octubre de 1550 se fundó ciudad de Ibagué, concebida para el descanso y el aprovisionamiento de las tropas con las que se iniciaría la incursión militar en todo territorio tolimense.

Cuando los exploradores españoles iniciaron el proceso de colonización, describieron los asentamientos del pueblo pijao como con poco desarrollo tecnológico y arquitectónico, ya que su estilo de vida correspondía al de un pueblo nómada. De acuerdo con fray Pedro Simón en sus crónicas, describe Salmoral (1963), se trataban de:

Asentamientos que se caracterizaban por tener viviendas dispersas, de tipología redonda y rectangular, estratégicamente situados sobre laderas y cercanías de cuerpos de agua, de tal manera que el enemigo se enfrentara a las corrientes de las aguas, y el ascenso del enemigo fuese más difícil por la pendiente de la montaña. (Salmoral, 1963, p. 371)

Estas características les permitían tener moradas transitorias en caso de que hubiese un asalto por parte de colonias enemigas.

La colonización y conquista española

La colonización, de acuerdo con Portillo-Lugo (2015), es una forma de movimiento migratorio que permite explorar y conquistar territorios mediante la fuerza. En este modelo las decisiones son adoptadas por la ciudad-estado, basándose en su modelo de gobernanza. Los fundadores están conformados por pequeños grupos de colonizadores que imponen sus tradiciones y saberes sobre el territorio colonizado.

Es indispensable que la cultura sometida esté menos arraigada y, por tanto, sea más receptiva y adaptable a los cambios culturales.

Este periodo se define como una etapa de presencia y dominio político por parte de los españoles a través de su incursión por todo el territorio de la Nueva Granada. Los conquistadores emprendieron la tarea de dominar distintas regiones por medio de establecer sus costumbres y controlar el territorio y sus recursos naturales de modo sistemático y permanente (Schäfer, 2003). Para esta época, es oportuno señalar tres hechos trascendentales que marcaron el desarrollo inicial de la vida las culturas originarias en Colombia:

- El primero consistió en la llegada de fray Nicolás de Ovando como gobernador general en 1502. Él fue el precursor y el diseñador del plan sistemático de creación de asentamientos urbanos por parte de la Corona en la Nueva Granada. Durante su gobierno se inició la más grande campaña de construcción de ciudades llevada a cabo por todos los territorios conquistados (Rodríguez & Gil, 2006, p. 15). Este proceso permitió el plan expansionista del Imperio español a través del control de la población y de los recursos naturales del territorio.
- El segundo fue el programa de la Corona de fray Nicolás de Ovando en 1503. Tras consolidar la fundación de ciudades para que se asentaran las colonias españolas, se buscaba civilizar a los colonos y ordenar el establecimiento de los “pueblos de indios”. De esto modo, se regularizaba y uniformizaba el régimen de vida de españoles e indígenas (Catelli, 2011, p. 217). La necesidad de tener lugares que brindaran seguridad a las campañas conquistadoras aumentó el desarrollo territorial en algunos centros urbanos en el nuevo mundo.
- Por último, el cambio del estilo de vida nativo pasó a un régimen español (Régimen Municipal Castellano), donde se establecían las principales ciudades coloniales. A partir de este proceso de conformación de asentamientos urbanos surgieron el desarrollo y la planificación urbanística y, así, las actividades se organizaron alrededor de la plaza y las manzanas circundantes (Ots-Capdequí, 1946, p. 75).

Las ciudades coloniales fueron planificadas y ejecutadas conforme a las “leyes de Indias”. Las manzanas o “islas” eran perfectamente simétricas y cada uno de sus lados tenía las mismas dimensiones. Para poder poblar un territorio, según Salcedo, se debían considerar todas las ventajas del lugar para que respondieran a las necesidades básicas fundacionales: tener recursos naturales abundantes; agua, piedra y maderas para construir, y un clima libre de enfermedades (Salcedo, J. S. 1996).

El proceso de colonización representó la erradicación del pueblo pijao y, principalmente, de las figuras de autoridad espiritual, cultural y militar de los denominados mohanes, que simbolizaban el resguardo de las fuentes de agua salada y ejercían el papel de protectores de guerreros. Esta tribu luchó por sus tierras de manera fiera en 1602 para luego perder sus fuerzas casi en su totalidad y, finalmente, ser derrotada en 1608 (Calderón-Rodríguez D., 2018, p. 26). Durante este tiempo se gestó un cambio de los tipos socioculturales en el territorio, pues las costumbres de los pobladores nativos se fusionaron con las prácticas de los españoles, una situación que se diseminó a lo largo de todos los territorios conquistados y tuvo como resultado la diversidad de expresiones culturales según el contexto geográfico.

La ciudad en la colonia

En la colonia se desarrolló el periodo correspondiente al núcleo fundacional de los primeros asentamientos urbanos en la Nueva Granada. Portillo-Lugo (2015) sostiene que el entramado (retícula o cuadrícula) urbano original perdura en la actualidad, siendo especialmente representativo en el punto de asentamiento inicial. Este modelo de conformación de ciudades en Colombia ha sido prominente desde sus inicios. La ocupación simbólica y física del territorio, junto con la implementación de instrumentos normativos urbanísticos bajo las Leyes de Indias en 1573, tituladas “El orden que se ha de tener en descubrir y poblar”, marcan un hito importante. Dichas leyes son consideradas como el primer código de urbanismo, inspiradas en Vitruvio y Alberti, en materia de fundación de pueblos y ciudades (Brewer-Carías, 1998, p. 20). En otras palabras, se estableció de manera explícita la noción del orden en la fundación de los territorios conquistados. Esto permitía que, al establecerse de forma organizada desde el principio, los pueblos pudieran mantener su estructura ordenada a medida que se desarrollaban. Esta estrategia respondía a la necesidad de aplicar un plan reticular que garantizara una disposición coherente del espacio urbano (Brewer-Carías, 1998, p. 23).

Es fundamental resaltar los medios empleados por el Viejo Mundo para desplazarse por tierra firme en este periodo, como lo son la introducción de caballos, acompañada por el uso de carruajes que facilitaban el transporte de bienes. Además, surgieron embarcaciones de madera que permitían la navegación por el río Magdalena. Estas opciones de movilidad interconectaron el territorio, lo que dio origen a nuevas rutas comerciales que fomentaron el intercambio entre regiones distantes y posibilitaron llegar a lugares de difícil acceso en lo que más tarde se denominaría la “Gran Colombia”.

Cabe agregar que, según García-Portillo (2017), la ciudad colonial era concebida en función del valor del paisaje y las características

que ofrecía para la obtención de riquezas. La relevancia de un lugar dependía de las condiciones y los recursos que pudiera proporcionar, ya que estos eran determinantes para garantizar los medios de subsistencia necesarios para establecer cualquier asentamiento y llevar a cabo campañas. Además, se debía prever el crecimiento poblacional, por lo que se delimitaban áreas libres que actuaban como reservas de suelo destinadas a un futuro desarrollo urbano.

La ciudad estaba concebida bajo un modelo cuadriculado que permitía un crecimiento perimetral exacto pero indefinido. Esto ya había sido considerado en las “Ordenanzas Ovandinas” y en la provisión imperial de 1526, que trataba sobre la configuración de nuevas poblaciones. En los ocho apartados de las ordenanzas de Felipe II establece:

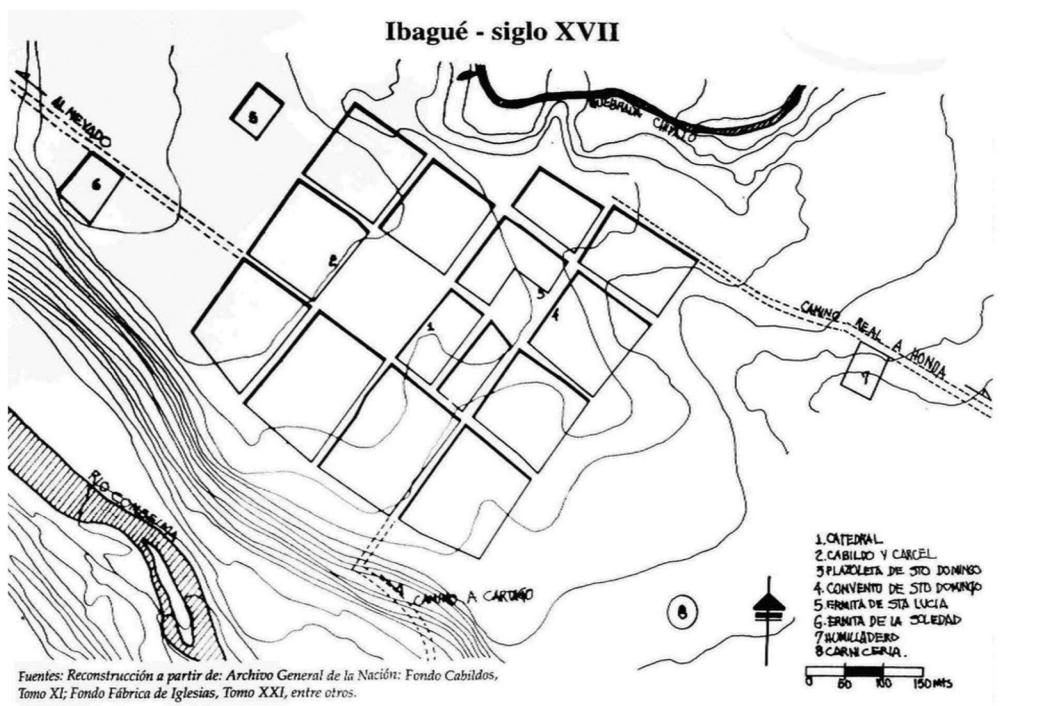
Planificar un nuevo asentamiento, que debía distribuir el área urbana en plazas, calles y solares, a cordel y regla, iniciaba desde la plaza mayor y sacando de ella los andenes a las puertas y caminos principales, dejando el perímetro amplio, logrando así, proseguir con el trazado urbanístico de manera consecutiva. (Arbouin-Gómez, p. 22)

En la estructura social se configuró una nueva expresión política bajo las normas del Cabildo Municipal con el propósito de establecer el orden y la forma de gobernanza. A partir de este momento, según Salcedo, “por capitulación o por comisión, la conquista culminaba con la fundación de ciudades, la elección de los Cabildos, la adjudicación de tierras y solares, e indios en encomiendas entre los vecinos propietarios más destacados en la jornada” (Salcedo J. S., 1996, p. 11). En cuanto a las rutas comerciales, las ciudades solo permitían el tránsito temporal de aquellos que pasaban por la zona.

Como consecuencia de esta situación, el Cabildo no mostraba intenciones de incentivar la ocupación de los solares vacíos en la villa de San Bonifacio, pues prevalecía la apatía en el gobierno en cuanto a la urbanización del territorio. De acuerdo con Morales-Parra (2015), el procurador intervino y decretó que “se obligue a todos los vecinos de la jurisdicción a construir asentamientos en Ibagué, en el término de seis meses y pueda ser poblada” (p. 6). Esta orden también se dirigió a los encomenderos para que ocuparan las casas ubicadas en el poblado. El archivo histórico del municipio todavía conserva numerosas referencias sobre este hecho particular durante el periodo colonial.

Dadas las condiciones que antecedieron los hechos descritos, según Cuartas (1994), se estableció un centro urbano que habilitó el paso —forzoso— a través de la cordillera mediante el legendario Camino del Quindío. A su regreso y agotados por esta misma ruta, los escasos viajeros que deseaban establecerse como vecinos de Ibagué solicitaban al Cabildo que se les asignaran lotes ejidales en arrendamiento para construir sus residencias, además de recibir terrenos en las vegas del Combeima para la manutención de sus familias. De igual forma, los pocos edificios públicos existentes, que rara vez superaban los dos pisos, ocasionalmente se blanqueaban en sus fachadas con cal y, en los mejores casos, se reemplazaban los precarios techos de palma por otros del mismo material, en pro de preservar los asentamientos de las familias tradicionales. Vale la pena mencionar que Francel (2017, p 129) describe urbanísticamente en la época de la colonia “ las edificaciones predominantes era la plaza principal o la plaza mayor sobre la cual erigían los edificios principales, una plazuela denominada Santo Domingo (figura 1).

Figura 1. Ibagué en el siglo XVII. 14cm x 21.5cm. Escala gráfica indicada



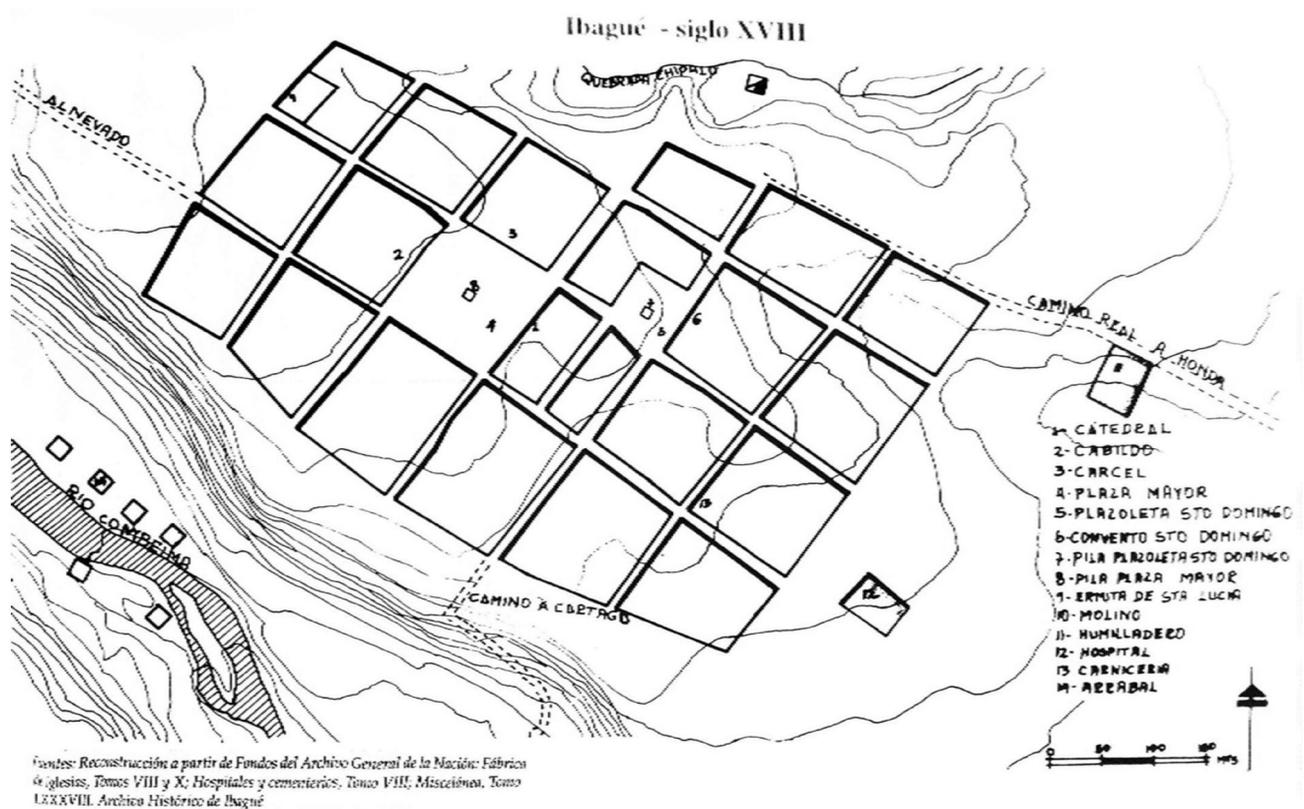
Fuente: Guzmán (1987). Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons, Atribución-SinDerivadas 4.0 Internacional.

Las características de los materiales utilizados en la construcción en la ciudad durante el periodo colonial no incluían la piedra, ni siquiera la teja de barro cocido; las viviendas mantenían tipologías sumamente autóctonas. Este tipo de construcciones todavía puede observarse en algunas casas de la época, que, aunque deterioradas, permiten apreciar que no se habían producido cambios en el modelo constructivo y estilístico. En comparación con asentamientos de la época como Tunja (1539) y Pamplona (1549), el desarrollo urbano de Ibagué en aquel tiempo fue bastante rudimentario. El asentamiento urbano contaba con pocas residencias, escasos vecinos y numerosos solares vacíos. El patrón demográfico de Ibagué en el año 1778 contaba con una población de 3423

personas en toda su jurisdicción, mientras en el casco urbano habitaban aproximadamente setecientas (Cuartas, 1994).

En resumen, la evolución demográfica y la expansión de la estructura física de Ibagué durante los siglos XVI y XVII fueron extremadamente lentas, especialmente en la etapa de colonización (figura 2). Este ritmo gradual incentivó a que el crecimiento del perímetro urbano a partir de las primeras manzanas fuera arquitectónicamente sencillo. Los elementos arquitectónicos distintivos que le conferían carácter de ciudad, como el hospital y el molino, eran escasos. Desde su fundación, lo que principalmente sobresalía era “un fuerte con cuatro torreones y la catedral”, como menciona Ortega-Ricaurte (1949, p. 5).

Figura 2. Ibagué-en el siglo XVII. 14 cm x 21.5 cm. Escala gráfica indicada



Fuente: Guzmán (1987). Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-SinDerivadas 4.0 Internacional.

La economía colonial en la villa de San Bonifacio de Ibagué del Valle de las Lanzas.

Uno de los motivos primordiales para que se diera el proceso de conquista fue el descubrimiento de yacimientos de metales preciosos, como oro, plata y cobre, que se convirtieron en la piedra angular de la economía española durante más de tres siglos. Esta explotación fue tan significativa que se estima que, a partir de la extracción de oro, se llegó a producir una cantidad anual aproximada de entre tres a cuatro, o incluso más, toneladas métricas (Poveda-Ramos, 2022).

En esta época, el deseo de establecer una ciudad imponente distaba de los objetivos de la colonia española, lo que también implicó que no se diera lugar a innovaciones tecnológicas en la minería neogranadina. Ibagué no recibió el título de villa desde sus inicios, ya que solo funcionaba como un puesto de avanzada para enfrentar la resistencia de los indomables pijaos. En consecuencia, el territorio pijao se caracterizaba por ser una zona donde la conquista avanzaba lentamente debido a la tenaz oposición de sus habitantes y a las notables diferencias topográficas en el terreno. No obstante, la región resultaba altamente beneficiosa en términos económicos para los

colonos. Los españoles reconocían en ella una valiosa reserva de mano de obra, la posibilidad de un control de tierras con reputación por su riqueza minera y su fertilidad, así como una importancia estratégica en términos de comunicación con otras colonias. Fue solamente tras la eliminación de la amenaza que representaban los pijaos por el conquistador López de Galarza que se sentaron las bases para la construcción del área urbana.

La ciudad en la época republicana

La etapa republicana de Ibagué, marcada por la Independencia y la transición desde el régimen español, representa un segundo periodo histórico específico para Ibagué. En esta fase se desarrolló una evolución bajo el enfoque del poscolonialismo hacia la predemocracia. Cabe agregar que durante este periodo se establecieron y consolidaron ocupaciones urbanísticas y espacios públicos como la plaza mayor, calles y plazoletas, así como las edificaciones arquitectónicas que representan la religión (templos), la administración del cabildo y la autoridad metropolitana (palacio), que, de esta manera, reproducían el contexto de la civilización española. De acuerdo con Isabel Portillo-Lugo (2015), la primera parte del siglo XIX se caracteriza principalmente por la incorporación de elementos formales de otros estilos del pasado, como el clásico, el gótico o influencias orientales.

En la segunda parte del mismo siglo se incorporaron valores propios de una sociedad independiente y la influencia de ideas y agentes extranjeros comenzó a modificar tanto la imagen urbanística como el desarrollo social. A medida que los nuevos perfiles viales se integraron y adaptaron al tejido urbano existente desde la colonia y en las áreas emergentes de la periferia, se fue dando forma conjuntamente a la ciudad republicana del siglo XIX.

Más tarde, a partir de la segunda década del siglo XX, aparecieron modificaciones en la construcción de edificaciones, con la sustitución de materiales (como la teja de barro por la de zinc y el ladrillo de adobe por el cocido) y la introducción de remodelaciones físicas que

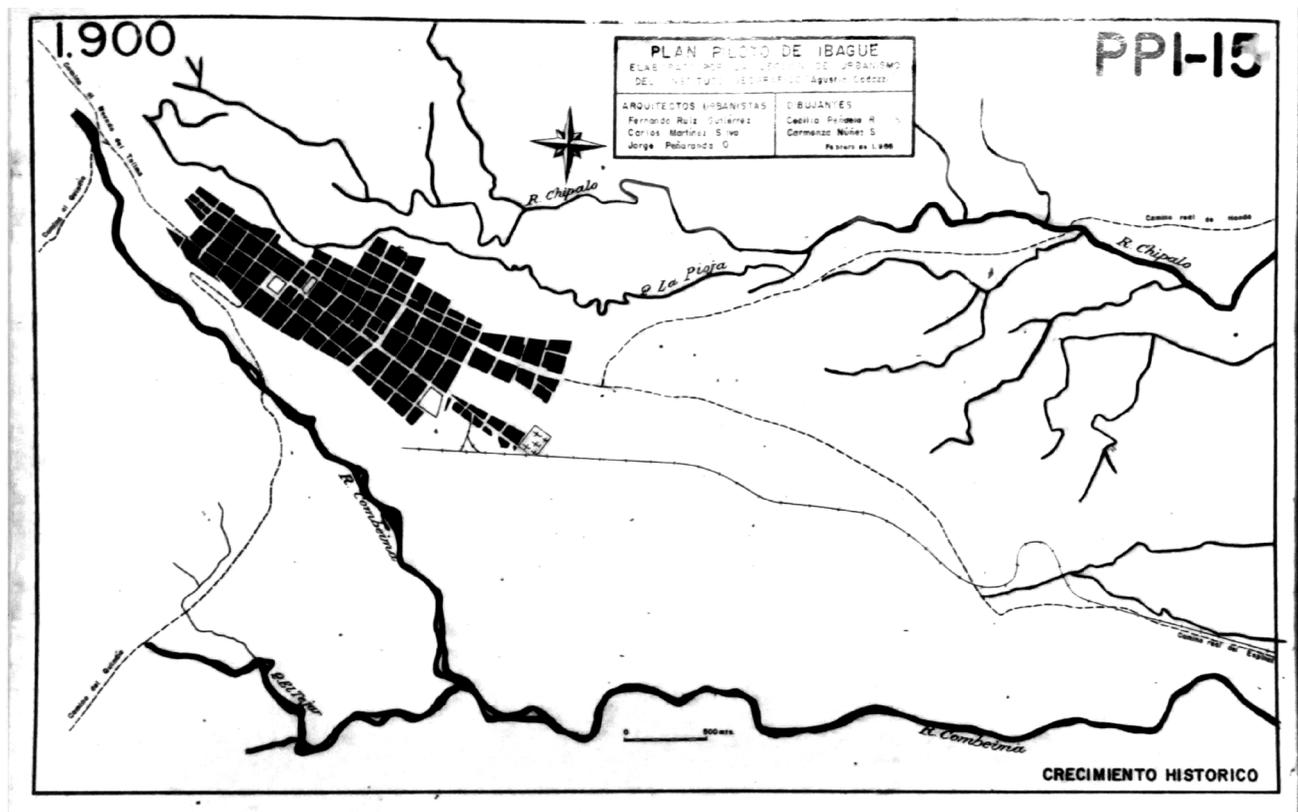
implementaron molduras en yeso y el uso del hormigón. Surgieron entonces nuevos estilos en la arquitectura, como el art déco, que se convirtieron en tendencias significativas en la estética de la ciudad.

Una característica distintiva de la época republicana fue la sustitución de los centros de poder tradicionales. Según Zambrano-Pantoja (2013), este cambio comenzó con la promulgación de la Ley del 25 de junio de 1824, que reformó la estructura política del país, pues lo dividió en departamentos, provincias y cantones, con lo que se eliminó un sistema de privilegios que había perdurado durante mucho tiempo bajo la administración anterior. El propósito era establecer una equidad entre todos los municipios. Dicha iniciativa marcó el inicio de una transformación del ordenamiento jerárquico de los centros poblados existentes al rediseñar un régimen que había sido heredado del periodo colonial y que ya no se ajustaba a las dinámicas sociales contemporáneas.

Lo anterior condujo a un profundo replanteamiento de las condiciones urbanas hasta entonces establecidas, tal como lo describe Andrés Francel (2015). Esto implicó el reconocimiento del contexto real, puesto que en varias regiones a finales del periodo colonial el panorama territorial había comenzado a cambiar de forma similar a la transformación del territorio. Esto marcó el inicio de la desintegración y el control de las ciudades tradicionales y, en algunos casos, dio lugar al surgimiento de nuevos centros regionales. Sin embargo, a lo largo de la primera mitad del siglo XIX, la distribución urbana de la población se mantuvo, lo que preservó en gran medida el desarrollo arquitectónico que había tenido lugar durante la época colonial.

Como consecuencia, la morfología urbana de Ibagué continuó siendo en gran medida la misma que había tenido en las últimas décadas desde la época colonial (figura 3). Esto se debió, en parte, a la falta de un desarrollo tecnológico y físico óptimo de sus edificios públicos. Además, la ciudad carecía de servicios de alojamiento y alimentación adecuados para recibir a los viajeros.

Figura 3. Ibagué en 1900. 21 cm × 27 cm. Escala gráfica indicada



Fuente: Plan Piloto de Ibagué (1966). Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-SinDerivadas 4.0 Internacional.

La población de Ibagué fue designada como sede de la Convención Nacional mediante un decreto firmado el 28 de julio de 1862 por el general Tomás Cipriano de Mosquera. La Convención tenía como objetivo expedir una nueva Constitución Política. Sin embargo, debido a dificultades logísticas, ya que no se contaba con todas las condiciones de infraestructura necesarias para el desarrollo operativo del evento, el municipio no pudo llevar a cabo este trascendental encuentro nacional (Francel, 2015, p. 17).

A raíz de este suceso, Ibagué dirigió sus esfuerzos hacia un desarrollo que giraba en torno al trazado de las vías del ferrocarril, como lo evidencian los estudios emitidos por el Concejo Municipal en 1920. Así, se aprobó la construcción de la estación ferroviaria Pedro Nel Ospina, cuyos terrenos ya habían sido seleccionados y aprobados para su desarrollo una década antes por el ingeniero Benjamín Dussán (Francel, 2015, p. 17).

Las regulaciones estatales sobre la expansión urbana, tal como señala Andrés Francel (2015), impulsaron el desarrollo de la ciudad, lo que dio lugar a proyecciones urbanísticas que se diferenciaban significativamente de las construcciones anteriores de la época colonial. La llegada de la estación de ferrocarril también cambió la perspectiva y acercó la ciudad a un concepto más cercano a una metrópoli moderna.

Las regulaciones arquitectónicas de finales del siglo XIX y principios del XX, junto con la

incorporación de avances tecnológicos que se adaptaron rápidamente a las condiciones de la región, permitieron desplegar tanto la planificación urbana como la arquitectura del municipio durante el periodo republicano. No obstante, la agudización del conflicto armado a comienzos del siglo XX trajo como consecuencia una explosión urbana. Esto se debió, en primer lugar, a las condiciones económicas y, desde el ámbito social, a las personas que se trasladaron masivamente a las ciudades para evitar el conflicto.

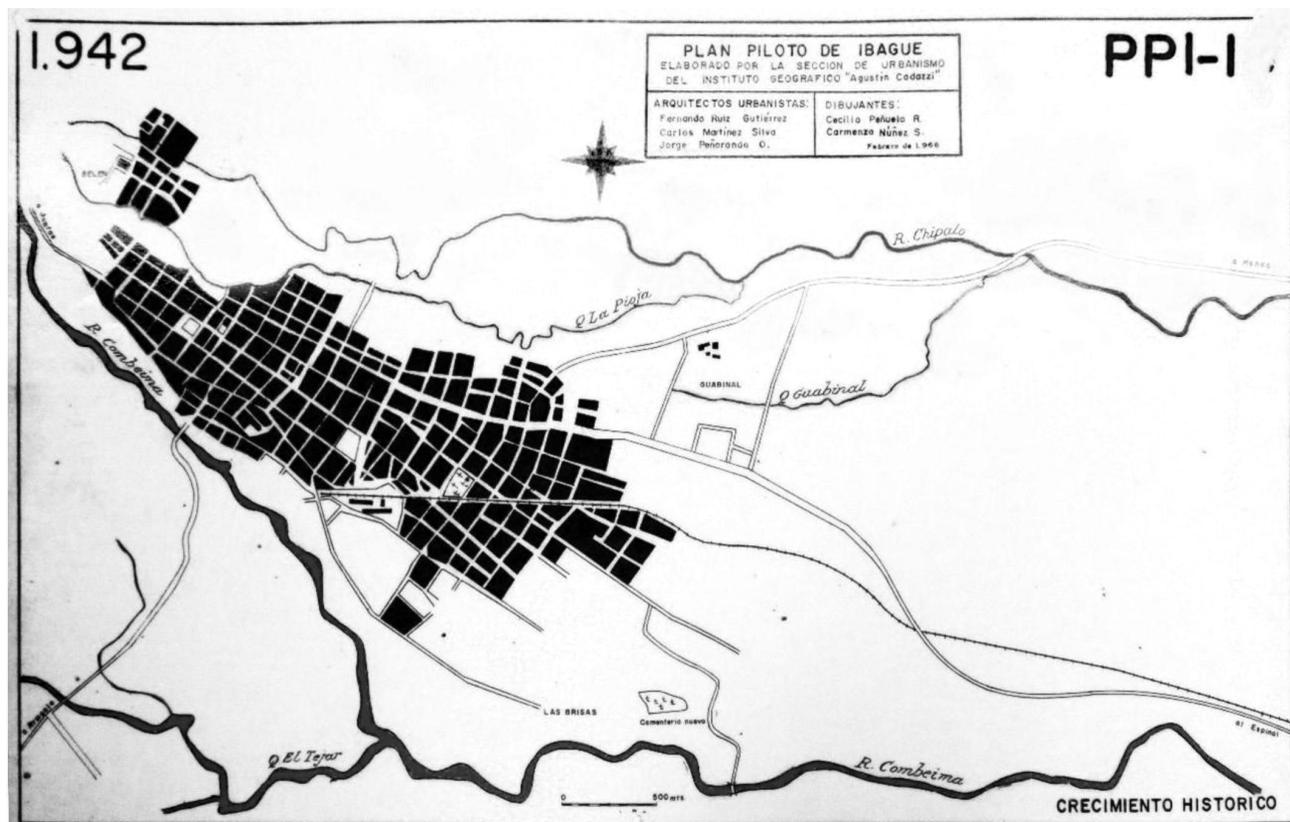
Por esta razón y a pesar de que el Gobierno tenía planificado un modelo progresivo basado en la implementación de tecnologías avanzadas vigentes en ese periodo, como el telégrafo y el ferrocarril, lo que más impactó en la estructura misma de la sociedad fueron los cambios de los procesos artesanales de producción a modelos industriales. Esta transición requirió mejoras en la infraestructura de transporte existente para establecer una red que conectara todo el territorio nacional y así permitiera la centralización de productos y el acceso a otras regiones.

El ferrocarril (figura 4) se convirtió en el primer eje para lograr este objetivo. Facilitó un cambio en la estructura de desarrollo nacional al vincular de manera productiva y efectiva diferentes centros de producción con zonas de alto consumo. De esta forma se instauró un modelo agrario que tenía el propósito de expandirse al mercado internacional. A partir de esta iniciativa, el país fue planificado como

exportador de productos agrícolas, y con este fin se dio inicio a la creación de la infraestructura necesaria, como líneas férreas y carreteras. Esta situación generó una gran demanda de trabajadores en la construcción de vías, lo que

estimuló diversos incentivos económicos en la producción agropecuaria. En el caso de Ibagué, esto impulsó la expansión de grandes áreas de cultivo con el objetivo de lograr una producción a gran escala.

Figura 4. Ibagué en 1942. 21cm x 27cm. Escala gráfica indicada



Fuente: Plan piloto de Ibagué (1966). Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-SinDerivadas 4.0 Internacional

Según Vásquez-López, las primeras líneas ferroviarias del país surgieron impulsadas tanto por el deseo de modernización como por la necesidad imperante de integrarse al mundo industrial y al mercado libre (2021, p. 33). Este impulso se materializó a través de la extracción y exportación de materias primas, lo que marcó el inicio de una nueva era económica y tecnológica. La funcionalidad y la durabilidad eran prioritarias en la ejecución de estas obras, por encima de la adhesión a un estilo arquitectónico definido. Aun así, arquitectónicamente, las estaciones de ferrocarril estaban influenciadas por el estilo neoclásico, que se caracteriza por la sencillez y la priorización de lo arquitectónico sobre lo decorativo. Este estilo está constituido principalmente por elementos básicos de la arquitectura clásica, como columnas dóricas y jónicas, así como frontones y cúpulas con materiales como el acero y el vidrio, que contribuyeron a consolidar una imagen distintiva asociada al Estado. Este estilo neoclásico refleja los ideales de libertad, igualdad y fraternidad que inspiraron el espíritu revolucionario de los franceses y los estadounidenses.

Este fenómeno no solo trajo consigo diversos estilos arquitectónicos internacionales, impulsados por los gobernantes locales que contrataban arquitectos extranjeros, sino que también estableció los parámetros para la apariencia urbanística a través de la arquitectura. Esto permitió proyectar la imagen que el Estado quería, adaptada a las condiciones específicas del país. Los estilos arquitectónicos implementados se construían utilizando materiales autóctonos, debido a la falta de arquitectos colombianos profesionales.

Todo lo contrario sucedió en Bogotá, donde las edificaciones que albergaban el centro de Gobierno nacional adoptaron un sistema urbano para la construcción de edificios con estilo neoclásico, previo al eclecticismo imperante en la época. En ciudades intermedias como Ibagué las construcciones con estilo neoclásico solo se manifestaron en la segunda mitad de los años veinte, con la primera remodelación de la Gobernación y la posterior construcción de la estación del ferrocarril en 1926 (Niglio-Corriente, 2019).

En esta época se establecieron los parámetros para las primeras construcciones de estilo ecléctico. Esto confirma de manera inequívoca que la influencia neoclásica fue posterior a este periodo. Además, la influencia de los arquitectos ingleses que participaron en la construcción del ferrocarril se manifestó en este contexto, por lo que se puede inferir que la implementación del sistema ferroviario promovió proyectos arquitectónicos que experimentaron diversas combinaciones de estilos internacionales.

En la ciudad de Ibagué, en el ámbito urbano, se estaban implementando diversas mejoras, como la instalación de la red de alumbrado público en 1904, la ampliación y el saneamiento del acueducto y el alcantarillado en 1908, y la pavimentación de algunas calles, que se completó en 1911. Hasta antes de 1926 no se había erigido ninguna obra arquitectónica puramente inspirada en el estilo neoclásico u otro estilo que sirviera de modelo para las demás construcciones. Es por esta razón que el estilo ecléctico predominó en Ibagué, el cual se desarrolló en edificaciones de carácter educativo, como el Claustro de San José, ubicado sobre la carrera quinta, y el Claustro de San Jorge, situado en la calle diecinueve.

Crecimiento orgánico (1930-1940)

En la década del treinta la arquitectura experimentó una rápida consolidación. Se promovió un nuevo enfoque en el diseño arquitectónico, con la introducción de nuevos sistemas constructivos que transformaron las edificaciones tradicionales. Durante las décadas del cuarenta y el cincuenta se inició un proceso urbanístico que incluyó la construcción de apartamentos de cinco a siete pisos en la zona céntrica de la ciudad. En esta época se observó una creciente influencia de la industrialización y la transición en el uso de materiales como el concreto y el acero.

En este periodo de cambios se procedió con la demolición de edificios emblemáticos de gran valor patrimonial para la ciudad, como la Gobernación del Tolima y la estación de tren (Ruiz-Guzmán, 2018). Para entonces, los movimientos inmobiliarios se desencadenaron a través de procesos de parcelación heterogénea que ya habían sido implementados en el municipio desde el siglo XIX. Estos, a medida que la ciudad se expandía de manera progresiva, llevaron a

cabo mejoras en las construcciones, sin que aún se observara una disolución del entramado urbano en el centro de la ciudad.

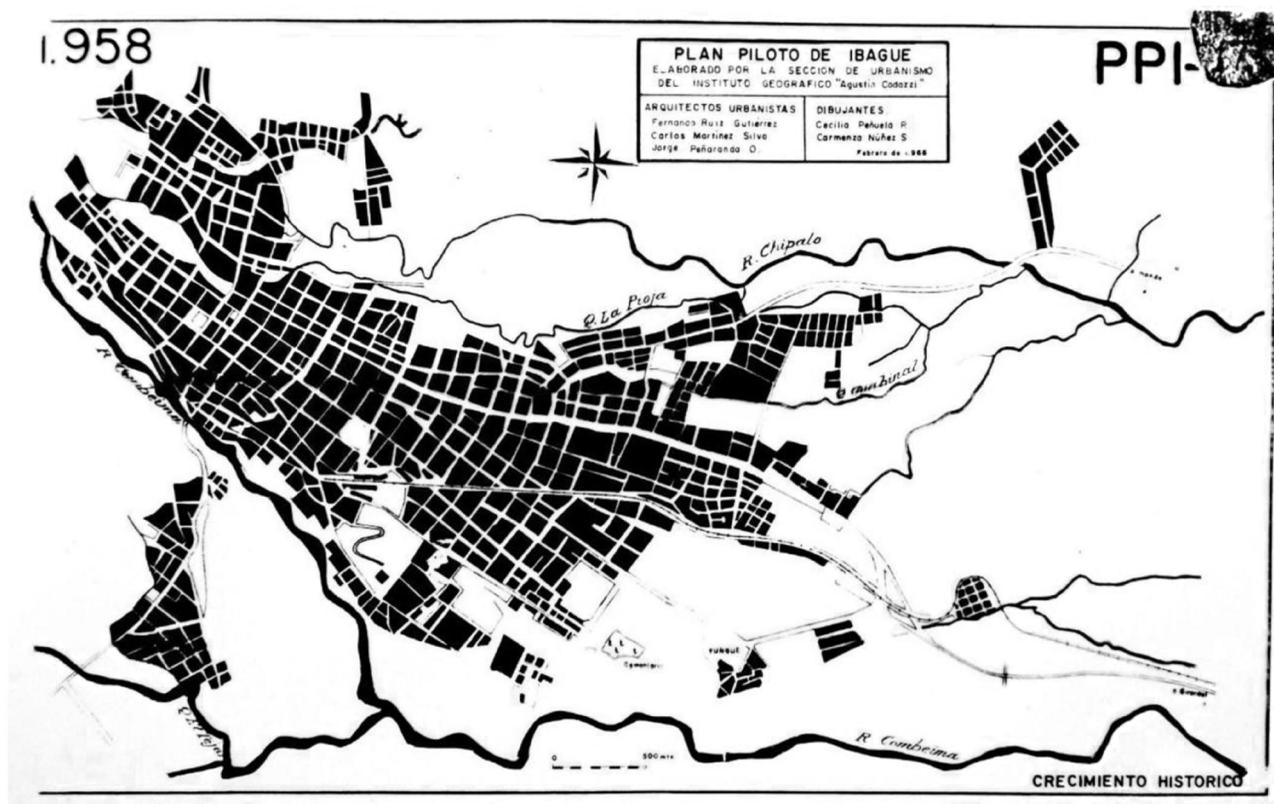
En relación con la calle 17, es notable que, hacia el occidente (la parte más cercana al centro), las construcciones se compongan de un solo piso y exhiban características coloniales subyacentes enriquecidas con motivos historicistas, así como la incorporación de elementos de art déco. Distinto es el sector oriental, donde predominan las construcciones de dos pisos, con claras características propias del periodo maduro y preciosista del art déco. Este contraste en la arquitectura refleja claramente el crecimiento de la ciudad, siendo la posición económica de la clase tradicional un factor determinante en este patrón.

Crecimiento urbano y los equipamientos (1950-1960)

En 1950 se conmemoró el cuarto centenario de la fundación de Ibagué. En ese momento se visionaba la implementación de un plan de construcción de equipamientos, pero se pospuso de manera inmediata debido a la falta de presupuesto. Como resultado, la construcción de infraestructuras administrativas, deportivas y sanitarias se vio abocada a un lento desarrollo. Las viviendas de esta época eran amplias, se adecuaban a las necesidades del desarrollo urbano de aquel periodo y se construían con materiales como ladrillo y concreto, y con tejas de asbesto, cemento y zinc. Con el tiempo comenzaron a surgir los barrios populares, impulsados por el crecimiento causado por fenómenos como el desplazamiento forzado. La ciudad continuó expandiéndose y la degradación del paisaje de la ciudad hacia los cerros tutelares fue conformando los barrios como fincas (Francel, 2015).

Como se ilustra en la figura 5, en 1958 se inició la fase de conformación de nuevos asentamientos. Pese a que eran notorios los cambios en el entramado urbano, las viviendas seguían buscando conservar características vanguardistas. Los desarrollos estéticos de estos barrios se destacan porque fueron esfuerzos populares por adaptar el estilo arquitectónico presente a conceptos de belleza propios que, sin embargo, estaban marcados por las diferencias sociales, económicas, políticas y culturales existentes en la ciudad.

Figura 5. Ibagué en 1958. 21 cm x 27 cm. Escala gráfica indicada



Fuente: Plan piloto de Ibagué (1966). Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-SinDerivadas 4.0 Internacional.

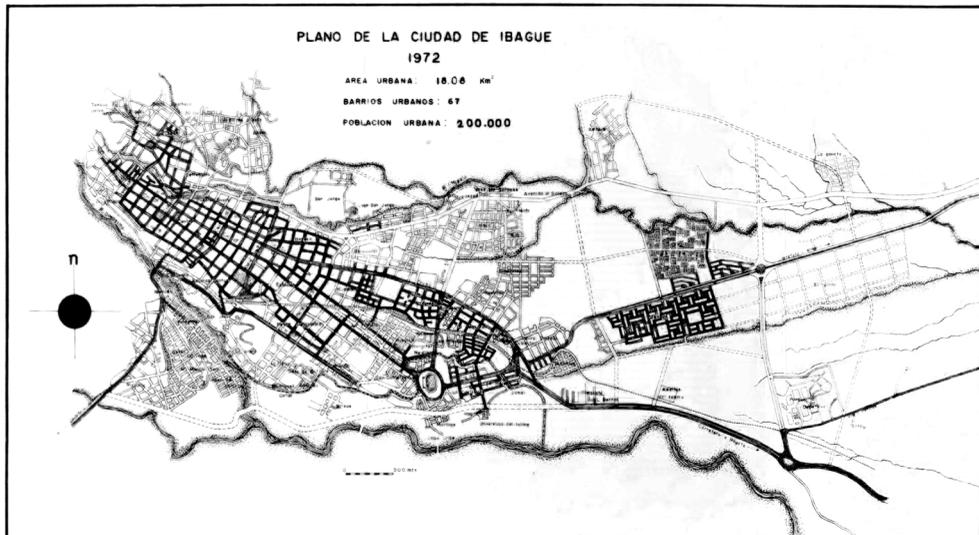
De 1970 a 2019

Ibagué experimentó un momento de transformación cuando fue seleccionada como la sede de los IX Juegos Atléticos y Deportivos Nacionales en 1970, que inició una etapa de desarrollo en términos de infraestructura urbana y arquitectónica. Durante este periodo, se llevaron a cabo la construcción y la entrega de diversos escenarios deportivos en la carrera quinta con calle 42, como las piscinas olímpicas, el coliseo cubierto, los gimnasios y algunas residencias.

Las viviendas construidas en esta época reflejaron una adhesión al modelo urbano que se centraba en el espacio público. Surgieron barrios importantes como La Macarena e Interlaken, y también se llevaron a cabo intervenciones en las vías principales de la ciudad, como la avenida Ferrocarril y la Carrera Quinta, a partir de una transformación del perfil vial.

En 1972 los barrios populares comenzaron a diseminarse hacia las periferias, específicamente hacia las zonas cercanas al río Combeima, los cerros tutelares y los cuerpos de agua principales, como el río Chípalo, la Pioja y Ambala. Para ese momento, Ibagué carecía de entidades de planificación encargadas de liderar el control urbanístico desde una perspectiva administrativa. Solo existía el Instituto de Crédito Territorial (ICT), que fomentaba el desarrollo de tierras destinadas para viviendas de interés social (VIS). Durante este periodo se conforman las etapas del Jordán hacia los cerros tutelares, como el barrio Ambala, entre otros asentamientos, los cuales emergieron de manera espontánea y no tuvieron en cuenta las condiciones urbanas a largo plazo, lo que tuvo como resultado un crecimiento desmedido de la ciudad.

Figura 6. Plano de la ciudad de Ibagué de 1972. 70cm x 120cm. Escala gráfica indicada cada 50 metros

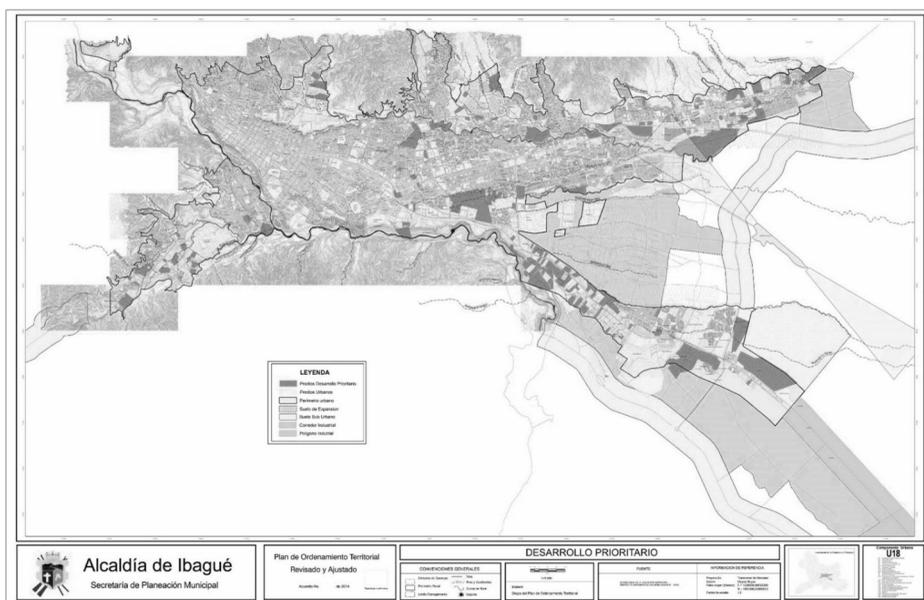


Fuente: Planoteca del Centro Cultural Darío Echandía del Banco de la República (1966). Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-SinDerivadas 4.0 Internacional.

El municipio incorporó el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) mediante el Acuerdo 116 de 2000. Este plan se estableció como una forma de introducir un mecanismo de control urbano en consonancia con la Ley 388 de 1997, que comprende lo que se conoce como “POT”. A pesar de los esfuerzos por parte de la administración, la falta de gestión administrativa y de control urbano que había prevalecido durante décadas tuvo como consecuencia una ciudad desorganizada. Las vías de acceso eran deficientes, la infraestructura urbana estaba dispersa y había una notable carencia de espacios públicos y zonas verdes, lo que provocó detrimento al desarrollo del municipio (Vargas, 2015, p.31).

El carácter original del entramado urbano de Ibagué y sus patrones históricos coloniales fueron vorazmente demolidos por el desarrollo territorial mientras la llamada *modernización urbana* buscó adaptarse al proceso de transformación utilizando materiales como el adoquín, las losas de concreto y los sardines prefabricados. Aunque estos cambios permitieron una actualización parcial del entorno, también llevaron a una ruptura parcial del espacio cultural y a la pérdida de la identidad histórica de la ciudad. Esto es evidente en barrios emblemáticos de la época, como La Pola, Belén e Interlaken, que representan claros ejemplos de una transformación radical caracterizada por la pérdida de la riqueza arquitectónica de los bienes de interés cultural (BIC) del sector.

Figura 7. U18. Desarrollo prioritario. Plan de Ordenamiento Territorial de Ibagué (2014). 70 x 100 centímetros. Escala: 1:15.000



Fuente: Secretaría de Planeación Municipal, Alcaldía de Ibagué. <https://www.curaduriaunoibague.com/cartografia.php> esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-SinDerivadas 4.0 Internacional.

Aunque el POT (Ley 388 de 1997) adoptó las zonas de influencia patrimonial, la administración y las entidades municipales no contaban con las herramientas jurídicas y normativas necesarias del Ministerio de Cultura para proteger los BIN. Esto creó un vacío legal que permitió tanto a algunas empresas constructoras como a particulares llevar a cabo diversos proyectos de vivienda, ya fueran unifamiliares o multifamiliares, lo que llevó a la destrucción tardía de la memoria histórica del municipio.

DISCUSIÓN

Este artículo busca proporcionar una descripción cronológica de los eventos que relacionan el desarrollo urbano, la arquitectura y la creación de infraestructura en diferentes épocas o sucesos de Ibagué. Se partió de estudios como los de Martínez-Peñas & Fernández-Rodríguez (2011), Portillo-Lugo (2015) y Rodríguez & Gil (2006), que han logrado plasmar en sus crónicas la caracterización de eventos que abarcan desde la conquista hasta la actualidad. Estos reflejan el aporte y la influencia de la cultura española en el desarrollo territorial de la región tolimense, que dio origen a lo que hoy conocemos como la ciudad de Ibagué.

A lo largo de este proceso, actores sociales, tanto de la tribu pijao como de los españoles liderados por el general Andrés López de Galarza, dejaron sus historias grabadas en innumerables relatos. Allí se plasman sus formas de lucha y la drástica reducción de la población nativa, así como la formación del primer asentamiento urbano en el Tolima. Esto es reconocido por Salmoral (1963), quien al narrar las características de los asentamientos indígenas describe de manera detallada las técnicas vernáculas utilizadas por los nativos en el desarrollo de sus asentamientos a partir del dominio de zonas montañosas y fuentes de agua, sitios estratégicamente ubicados para protegerse de posibles ataques enemigos.

Con la llegada de los españoles se produjo un cambio cultural y de costumbres. La población pasó a un estilo de vida ciudadano y de total dominación y control por parte de los españoles en las zonas rurales. Este proceso se consolidó mediante la primera representación cartográfica registrada en la historia de la ciudad, que ilustra este cambio y la transformación del territorio.

Durante el periodo de colonización, el modelo urbanístico español se implantó en el territorio de Ibagué a través de un trazado reticular que conectaba en torno a la plaza principal las construcciones más emblemáticas, como la catedral de Santo Domingo, el Cabildo, la cárcel y la zona residencial. Este asentamiento originalmente tenía la función de resguardar a las

A pesar del incesante desarrollo hasta la fecha, esta zona se encuentra actualmente regulada por el Decreto 1000-0823 de 2014, que delimita las zonas de influencia de interés cultural en el área céntrica. Allí todavía se conservan algunos bienes, como la Catedral, la Alcaldía, la Casa Cural y el Edificio Urrutia, que, pese al paso del tiempo, se resisten a la desaparición total y representan solamente huellas tenues del entramado urbano original (Cifuentes-Rojas, 2002).

tropas españolas de forma temporal y aprovisionarlas de armas y alimentos. Las normas de urbanismo de la colonia de Ibagué se basaron en las “Leyes de Indias” promulgadas por la Corona española. Estas tenían un interés estratégico, ya fuese por la ubicación o los recursos naturales del área, aunque en ese momento la expansión urbana no se consideraba una alternativa para el desarrollo territorial, pues se entendía como un asentamiento de paso o de transición. La visión del colonizador consistía en modificar el entorno para su explotación y, al mismo tiempo, adaptarlo conforme a los principios urbanísticos establecidos por la Corona española mientras, para los nativos, la prioridad era salvaguardar su territorio y su población.

Con estas particularidades de índole militar y social, se terminó de colonizar el municipio y permaneció bajo un desarrollo territorial bastante lento, en medio de constantes luchas sangrientas que se libraron para diezmar a la tribu pijao. Es importante destacar en este periodo la aparición de medios y formas de transporte como el barco o las carrozas haladas por caballos, que según Salcedo (1996), Morales-Parra (2015) y Cuartas (1994), permitían vincular nuevas rutas comerciales y de acceso para circular entre ciudades importantes como Santafé de Bogotá y Tunja. En el caso de la ciudad de Ibagué, se logró la adjudicación de tierras y solares para que esta tuviese un mayor número de colonizadores que pudieran poblarla de manera progresiva.

Desde el poscolonialismo hasta la predemocracia, los autores Cuartas (1994), Portillo (2015), Zambrano-Pantoja (2013), Francel (2015), Vásquez-López (2021) y Niglio-Soriente (2019) destacan la presencia continua de la violencia en el país y una lucha armada constante. Este conflicto tuvo como consecuencia un estancamiento en el progreso tanto urbano como arquitectónico de Ibagué. Las construcciones de esta época reflejaron una imagen tímida y progresista debido a las circunstancias adversas. Por esta razón, Ibagué aspiró a mantenerse a la vanguardia arquitectónica y optó por incluir elementos de estilo neoclásico y ecléctico en las fachadas de sus edificios principales,

lo que marcó una etapa crucial que impulsó el crecimiento poblacional y la expansión urbana.

Este periodo también se caracterizó por la importancia del ferrocarril, que permitió el transporte de productos agrícolas y materias primas hacia otras regiones. De esta forma el tren se convirtió en una opción preferida por encima de otros medios de transporte convencionales. A pesar de las dificultades geográficas para construir vías hacia la cordillera y pese a ser considerada como un lugar de paso, Ibagué se convirtió en un punto comercial estratégico.

La conexión vial terrestre y la implementación del ferrocarril trajeron consigo nuevas obras civiles que impulsaron un mayor progreso en la región. Ejemplos notables son el emblemático Conservatorio del Tolima, el edificio de la Gobernación y la llegada de la electricidad, que impulsó el avance urbanístico. Este desarrollo también contó con el apoyo de arquitectos tanto extranjeros como gubernamentales, que contribuyeron a crear una imagen progresiva para la ciudad en pleno auge del modernismo. Todo lo anterior puede identificarse en la cartografía de la ciudad registrada en 1900.

Desde los años treinta hasta el presente, según Ruiz-Guzmán (2018), Francel (2015) y Vargas (2015), ha estado ocurriendo la remodelación de la zona céntrica de la capital musical, marcada por la lamentable destrucción de obras arquitectónicas emblemáticas. Este periodo también se caracteriza por cambios significativos en la distribución urbana de la ciudad, con la inclusión de barrios populares y asentamientos informales. Esta transformación demográfica fue impulsada por el desplazamiento forzado de familias debido a la violencia que se ha vivido en todo el departamento del Tolima. En consecuencia, este

acontecimiento fue seguido por un desarrollo urbano lento y la incorporación gradual de nueva infraestructura en términos de equipamientos y obras civiles.

Una característica del municipio fue el asedio que padeció por el conflicto armado y la violencia, lo que llevó a la llegada de migrantes y desplazados a la zona urbana. Además, eventos naturales como la avalancha de Armero y el terremoto de Armenia, aunque no se mencionan en relación con las transformaciones urbanas de Ibagué, sí tuvieron un impacto al convertir a la ciudad en un lugar de acogida para pobladores de otras regiones del país. Esto enriqueció la vida cultural de la ciudad y contribuyó a consolidarla como un nicho para muchas personas que buscaron refugio y oportunidades para rehacer su vida en una ciudad en vía de desarrollo.

En el año 2001, debido a los patrones de crecimiento irregular que ya se manifestaban, la ciudad se vio en la necesidad de implementar una estructura planificada a través del POT y la gestión del territorio, plasmada en el Acuerdo Municipal 116 de 2000. Este acuerdo estableció estrategias para el diseño de vías de acceso y mejoras en el espacio público, de manera que se impulsara un desarrollo del suelo más apropiado y se impactara positivamente sobre la calidad de vida de los habitantes en el futuro.

A pesar de todos estos esfuerzos, debe tenerse presente que la ciudad sigue experimentando un crecimiento desmedido. La falta de control urbano ha llevado al agotamiento de algunos recursos ambientales y ha limitado el desarrollo del suelo en sectores industriales, comerciales y de equipamientos.

CONCLUSIONES

En tiempo de la colonia el tamaño poblacional de Ibagué no fue significativo. Su papel como núcleo de servicios y cruce de caminos, ligado con el incremento del intercambio debido a la reactivación del ciclo minero, hizo posible que la población se mantuviera como una ciudad de paso. Esta situación explica las condiciones estratégicas de Ibagué en un principio: por ser considerada una ciudad de tránsito no despertó un gran interés por parte de la Corona española. Esto evitó un impulso para el desarrollo tanto en términos urbanísticos como de infraestructura, lo que llevó a que la ciudad tuviera una proyección territorial limitada durante este periodo.

La ciudad en la época de la República mantuvo su infraestructura y modelo productivo heredado del periodo anterior. Esta situación se refleja en los planos urbanos y provocó que las

transformaciones territoriales fueran bastante lentas. Las obras físicas, desde el punto de vista urbano y arquitectónico, no se caracterizaron por edificaciones imponentes; en su mayoría, las viviendas eran de una sola planta, casi siempre construidas con materiales locales, si bien poseían un gran valor al estar enraizadas en las tipologías arquitectónicas coloniales y republicanas, hoy escasas en la zona de influencia fundacional.

De igual manera, la retícula cuadrangular se mantuvo vigente a lo largo de los periodos republicano y moderno como parte del entramado urbano del municipio. Sin embargo, el desarrollo gradual de la ciudad, la falta de preservación del patrimonio y la influencia del modernismo imperante tuvieron un impacto negativo en cuanto a usos del suelo y apropiación del territorio. Este fenómeno se refleja en

las transformaciones urbanas de las épocas de la colonia y la república hasta la actualidad, que fueron plasmadas en las cartografías históricas, recurso invaluable para describir la evolución de la ciudad a través del tiempo.

Por último, los edificios públicos, especialmente los construidos alrededor del parque, siguen distinguiéndose por la sobriedad de sus dimensiones y materiales, así como por el uso

recatado de ornamentación en las viviendas que componen lo que se considera el centro histórico. En las áreas de expansión se percibe la presencia de calles con perfiles básicos, la ausencia de equipamientos y la expansión desmedida de viviendas. Esta situación ha contribuido a un imaginario urbano limitado en términos de desarrollo territorial, especialmente en temas relacionados con la planificación urbana, el crecimiento social y la preservación ambiental.

CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Este artículo deriva de una investigación llevada a cabo por la Universidad Antonio Nariño y el grupo de investigación “Ciudad, Medio Ambiente y Hábitat Popular”, en el marco de la línea de investigación Ciudad y Medio Ambiente-Biorregiones, asociada con el proyecto. Este proyecto fue financiado por la Vicerrectoría de Ciencia, Tecnología e Innovación (VCTI) por medio de una convocatoria interna celebrada en 2017.

Los autores de este trabajo han realizado las siguientes contribuciones: Arq. Néstor Andrés Guarnizo Sánchez, en la concepción del estudio, el diseño experimental y la interpretación de los resultados; y la Ing. Sandy Angelina Mosquera Muñoz en la recolección y análisis de datos. Los autores declaran que no tienen conflictos de interés relevantes en relación con la investigación presentada. Agradecemos a la Universidad Antonio Nariño por su apoyo y asistencia en este estudio.



REFERENCIAS

- Acuerdo 116 de 2000 [Concejo Municipal de Ibagué]. Por medio del cual se adopta el plan de ordenamiento y se dictan otras disposiciones. (2000, 27 de diciembre). <https://curaduriaunoibague.com/documentos/municipal/N-179.pdf>
- Aguado, F. P. (1956). *Recopilación historial* (t. 2, ed. Juan Friede). Biblioteca de la Presidencia de la República de Colombia.
- Arbouin-Gómez, F. (2012). Derecho urbanístico y desarrollo territorial colombiano. Evolución desde la colonia hasta nuestros días. *Vniversitas*, 124, 17-42. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0041-90602012000100002
- Asociación de Cabildos Consejo Regional Indígena del Tolima (CRIT). (2002). *El Convite Pijao, un camino, una esperanza. Plan de Vida*. CRIT.
- Brewer Carías, A. R. (1998). *Poblamiento y orden urbano en la conquista española de América*. Universidad de Santiago de Compostela.
- Calderón Rodríguez, D. (2018). *El Sentir, pensar, actuar Pijao: una mirada desde la comunicación a la reparación colectiva autónoma de la comunidad indígena Pijao-Mesones de Ortega, Tolima*. Universidad de Ibagué.
- Catelli, L. (2011). “Y de esta manera quedaron todos los hombres sin mujeres”: El mestizaje como estrategia de colonización en la Española (1501-1503). *Revista de Crítica Literaria Latinoamericana*, 37(74), 217-238. <https://www.jstor.org/stable/41940845>
- Cifuentes-Rojas, L. (2002). *El POT, una estrategia eficaz para la generación de empleo: el caso de Ibagué* [Tesis de maestría, Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/10277>
- Cifuentes-Segovia, M. F. (2016). Retrospectiva constructiva e histórica del panóptico de Ibagué, Colombia. Apuntes. *Revista de Estudios sobre Patrimonio Cultural*, 28(2). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.apc28-2.rchp>
- Congreso de la República de Colombia. (1997). *Ley 388 de 1997. Plan de Ordenamiento Territorial*. Bogotá.
- Cuartas-Coymat, Á. (2013). *Diagnóstico para realizar el inventario de los bienes culturales inmuebles de municipio de Ibagué*. Corporación Casa Teatro Antonio Camacho.
- Cuartas, A. (1994). *Ibagué, ciudad histórica*. Pijao Editores.
- Decreto 1000-0823 de 2014 [Concejo Municipal de Ibagué]. Por medio del cual se adopta el revisión y ajuste al plan de ordenamiento de Ibagué. (2014, 23 de diciembre). https://www.asocapitales.co/nueva/wp-content/uploads/2020/11/lbague_Decreto823_POT_2014.pdf
- Diario Nuevo Día. (2022, 20 de febrero). *El complejo panorama de las invasiones urbanas en Ibagué*. <https://www.elnuevodia.com.co/nuevodia/especiales/483192-el-complejo-panorama-de-las-invasiones-urbanas-en-ibague>
- Francel, A. (2014). *Tensiones ideológicas y materializaciones de una ciudad intermedia a comienzos del siglo XX. Paradigma y repercusión en la ciudad contemporánea. Ibagué Colombia (1910-1935)*. Universidad del Tolima.
- Francel, A. (2015). La calle del Comercio de Ibagué (Colombia), 1893-1950. Un estudio sobre sus transformaciones arquitectónicas y conceptuales derivadas del modelo industrial en el tránsito de la Colonia a la República y las primeras manifestaciones del Art Déco. *Dearq*, 17, 56-73. <https://doi.org/10.18389/dearq17.2015.04>
- Francel, A. (2017). Los edificios que pasaron y la institución que queda. La Gobernación del Tolima (Colombia) entre 1886 y 1957. *HiSTOReLo. Revista de Historia Regional y Local*, 9(17), 121-151.
- Guzmán, J. A. (2018). *Ornato y embellecimiento de la ciudad: Ibagué 1910-1930 una propuesta a partir de las actas del Concejo de Ibagué*. Universidad del Tolima.
- László, M. (1964). *El arte de la luz*. La Fábrica.
- Lozares, J. M. (2016). *Introducción a la investigación cualitativa. Fases, métodos y técnicas*. Síntesis.

- Martínez, A. (2017, 3 de julio). *Claves de la geografía urbana de Ibagué desde la Colonia hasta mediados del siglo XX*. <https://lapipa.co/claves-la-geografia-urbana-ibague-desde-la-colonia-mediados-del-siglo-xx/>
- Martínez, C. (1967). *Apuntes sobre el urbanismo en el Nuevo Reino de Granada*. Banco de la República.
- Martínez-Peñas, L. & Fernández-Rodríguez, M. (coords.). (2011). *Reflexiones sobre poder, guerra y religión en la Historia de España*. Universidad Rey Juan Carlos.
- Miller, R. (2011). *Researching Life Stories and Family Histories*. SAGE Publications.
- Montoya, J.D. (2022). La fabricación del enemigo: los indios pijaos en el Nuevo Reino de Granada, 1562-1611. *Trashumante. Revista Americana de Historia Social*, 19, 96-117.
- Niglio-Soriente, O. (2019). Ambalema, monumento nacional de Colombia. Pueblo del tabaco. En C. A. Velandia Silva (Coord.), *Hábitat, paisaje y territorio del Tolima. Diez años de investigación de Rastro Urbano* (pp. 53-80). Unibagué. <https://doi.org/10.35707/9789587543285>
- Oliveros, D. (2000). "Coyauimas y Natagaimas". *Geografía Humana de Colombia*. ONIC (Organización Nacional Indígena de Colombia), ALMÁCIGA, Cooperación Española, Watu- Acción Indígena.
- Ortega-Ricaurte, E. (1949). *Los inconquistables: la guerra de los Pijaos, 1602-1603*. Prensas del Ministerio de Educación Nacional.
- Ots Capdequí, J. (1946). El régimen municipal en el nuevo reino de Granada durante el siglo XVIII. *Revista de la Universidad Nacional (1944-1992)*, 5, 75-111.
- Parra, M. M. (2015). Analizando el patrimonio cultural de Ibagué. *Vía Innova*, 2(1), 14-18.
- Portillo, A. (2017). *Transformaciones urbanas y dinámicas espaciales, significativas en el tiempo*. Universidad del Norte.
- Portillo-Lugo, I. (2015). *Transformaciones urbanas en Latinoamérica. De la ciudad colonial a la metrópoli contemporánea*. El caso de Caracas [Tesis doctoral, Universidad de Sevilla]. <https://idus.us.es/handle/11441/31270>
- Posada, A. (2014). *El origen de la forma*. <http://portfolios.uniandes.edu.co/gallery/26673611/El-origen-de-la-forma>
- Poveda, G. (27 de julio de 2017). La minería colonial y republicana. *Credencial Historia*, 151.
- Rodríguez, H., & Gil, J. (2006). *La colonia en Colombia*. Universidad Autónoma Latinoamericana.
- Romero, J. L. (1986). *Latinoamérica: Las ciudades y las ideas*. Siglo XXI Editores.
- Salcedo, S. J. (1996). *Urbanismo hispanoamericano. Siglos XVI XVII Y XVIII. El modelo urbano aplicado a la América española, su génesis y su desarrollo teórico y práctico*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Salmoral, M. (1963). Datos antropológicos sobre los Pijaos. *Revista Colombiana de Antropología*, 12, 359-386.
- Salmoral, M. (1965). *Historia extensa de Colombia: Nuevo Reino de Granada. Real audiencia y presidentes* (T.I: Presidentes de Capa y Espada, 1605-1628). Ediciones Lerner.
- Schäfer, E. (2003). *El Consejo Real y Supremo de las Indias. Su historia, organización y labor administrativa hasta la terminación de la Casa de Austria* (T.I). Madrid: Junta de Castilla y León / Marcial Pons.
- Senado y Cámara de Representantes de la Gran Colombia. (1824). *Ley de División Territorial de la República de Colombia*. Bogotá.
- Simon, F. P. (1981). *Noticias históricas de la conquista de tierra firme en las indias occidentales*. Biblioteca Banco Popular.
- Vargas, L. (2015). Importancia de los Juegos Deportivos Nacionales Desarrollados en el Tolima en 1970 y en el 2015. *Revista Cultura del Movimiento*, 3, 1-55.
- Vas, D. (1985). Las Ordenanzas de 1573, sus antecedentes y consecuencias. En *Quinto Centenario*, 8, 83-102.
- Vásquez, M. (2021). *Catalogación del fondo: Ferrocarriles Nacionales de Colombia*. Universidad del Valle.
- Zambrano, F. (2013). *Desarrollo urbano en Colombia. Una perspectiva histórica*. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Urbanos (IEU).

Tejas de caucho y plástico reciclado: análisis de sus propiedades optotérmicas

Recycled rubber and plastic roof tiles: analysis of their optothermal properties

Recibido: mayo 27 / 2020 • Evaluado: septiembre 16 / 2020 • Aceptado: mayo 16 / 2023

María Paz Sánchez-Amono^{*}
CEVE (Centro Experimental de la Vivienda Económica), Córdoba (Argentina)

Halimi Sulaiman^{**}
CEVE (Centro Experimental de la Vivienda Económica), Córdoba (Argentina)

Rosana Gaggino^{***}
CEVE (Centro Experimental de la Vivienda Económica), Córdoba (Argentina)

RESUMEN

Las condiciones de confort interior de los edificios dependen de numerosas variables como la orientación, las ventilaciones y las características de los materiales utilizados. La acumulación o pérdida de calor por dichas características tiene un impacto significativo en el consumo energético de los edificios. La radiación solar de onda corta incidente es absorbida por las superficies construidas y remitida a la atmósfera bajo forma de onda larga, calor sensible. En este artículo se presentan las propiedades opto-térmicas, como lo son el albedo, la emisividad térmica, la temperatura superficial y el índice de reflectancia solar, de tejas elaboradas con caucho proveniente de los neumáticos fuera de uso, y de polietileno de baja densidad reutilizado de bolsas, bidones y caños desechados. Se discuten los resultados mediante la definición de las ventajas y desventajas, así como algunos lineamientos para futuras investigaciones.

Palabras clave:

reciclaje; residuos; tejado; propiedades opto-térmicas.

ABSTRACT

The indoor comfort conditions of buildings depend on numerous variables such as orientation, ventilation, and the characteristics of the materials used. The accumulation or loss of heat due to these characteristics has a significant impact on the energy consumption of buildings. Incident shortwave solar radiation is absorbed by the building surfaces and reflected back to the atmosphere in the form of longwave sensible heat. This paper presents the opto-thermal properties, such as albedo, thermal emissivity, surface temperature, and solar reflectance index, of roof tiles made of rubber from scrap tires and low-density polyethylene recycled from discarded bags, drums, and pipes. The results are discussed by defining the advantages and disadvantages as well as some guidelines for future research.

Keywords:

recycling-waste-tiles; roofing; opto-thermal properties; opto-thermal properties.

CÓMO CITAR

Sánchez-Amono, M. P., Sulaiman, H., & Gaggino, R. (2024). Tejas de caucho y plástico reciclado: análisis de sus propiedades optotérmicas. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(1), 49-64. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.3378>

- ✦ Arquitecta de la Universidad Católica de Córdoba, Argentina, 2009
Doctora en Ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional, Córdoba Argentina (UTN), 2018
🔗 https://scholar.google.com/citations?view_op=list_works&hl=es&user=ka8lHtAAAAAJ
📄 <https://orcid.org/0000-0002-7333-0938>
✉ arq.mpsa@gmail.com
- ✦✦ Arquitecta Universidad Nacional de San Juan, 2004
Doctora en Arquitectura de la Universidad de Mendoza, Argentina, 2011
🔗 <https://scholar.google.com/citations?user=AYxohPkAAAAAJ&hl=es>
📄 <https://orcid.org/0000-0002-8410-6181>
✉ drahsulaiman@gmail.com
- ✦✦✦ Arquitecta de la Universidad Nacional de Córdoba, 1990
Doctora en Ciencias del Diseño Universidad Nacional de Córdoba (UNC), CEVE (Centro Experimental de la Vivienda Económica), Córdoba (Argentina), 2009
🔗 <https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=s-S3YXcAAAAJ>
📄 <https://orcid.org/0000-0002-4724-1165>
✉ rosanagaggino@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En Argentina se producen más de 45000 toneladas diarias de residuos. De estos, 40% corresponden a la provincia de Buenos Aires (18000 toneladas), la cual es seguida por la ciudad de Buenos Aires (7000), Córdoba (4500) y Santa Fe (4300) (Martínez, 2022). De los materiales de estos residuos, algunos pueden reabsorberse (como es el caso de los restos de alimentos, que pueden aprovecharse como abono para cultivos); otros, por su escasa o nula biodegradabilidad, como es el caso de los plásticos y el caucho, se acumulan, entierran o incineran en basurales (legales o ilegales), lo que produce contaminación y desaprovecha irracionalmente los recursos. La generación de grandes volúmenes de residuos sólidos urbanos (RSU) representa un problema crítico en todo el país, pues existen requisitos para su manejo e implican riesgos sanitarios e impactos ambientales y sociales importantes que recrudescen el modelo económico lineal —no circular— de los residuos. Todo lo anterior ocurre en un contexto caracterizado por las limitaciones presupuestarias, logísticas, territoriales, institucionales y de participación comunitaria que sufren los municipios al momento de buscar gestión inclusiva y sustentable (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022).

Desde las últimas décadas ha existido una fuerte preocupación ambiental debido a las consecuencias que ocasiona el destino final de los residuos. Nos encontramos, entonces, ante un problema de escasez de recursos y exceso de residuos. Por esta razón, las innovaciones tecnológicas y sociales desempeñan un papel primordial en el logro de la construcción de un hábitat sostenible y en la búsqueda de alternativas utilizando materias primas renovables. La disminución de la producción de residuos, el reciclado de los materiales reutilizables y la correcta disposición final de los residuos que realmente no pueden aplicarse para un nuevo uso se visualizan como las mejores soluciones posibles para descontaminar el medioambiente. El reciclado es, además, la mejor forma de evitar la extracción de materias primas. Al investigar características físicas y mecánicas, así como gran disponibilidad, se identificaron dos tipos de residuos: el caucho, proveniente de los neumáticos fuera de uso (NFU) y el polietileno de baja densidad (PEBD).

Un NFU es aquel que, por su estado con respecto de las normas de seguridad vigentes, no es apto para usarse, siempre que no se empleen técnicas que prolonguen su vida útil. En esta categoría también se incluyen los neumáticos rechazados durante el proceso de fabricación y todos aquellos desechados por los usuarios. La disposición final de los NFU es un problema mundial y, en Argentina, no es la excepción: aún no existe una política de estado

para su tratamiento integral. Según datos de la Red de Investigación y Acción sobre Residuos (RIAR), en Argentina se desechan cada año entre 130000 y 150000 toneladas de NFU (Sánchez-Granel, 2022).

Los plásticos suponen uno de los componentes principales de la fracción seca de los RSU y son técnicamente valorizables o reciclables a través de sistemas de separación y re inserción en el circuito productivo, en un esquema de economía circular. Según datos suministrados por la Cámara de la Industria de Reciclados Plásticos (CAIRPLAS) en 2021, en el país se reciclaron aproximadamente 286000 toneladas de plásticos, lo que supone un aumento de casi 11% respecto del año 2020. No obstante, se ha estimado previamente que la capacidad instalada recicladora de plástico presenta 60% de capacidad ociosa (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022). Esto sucede porque los emprendimientos de reciclado, cuya actividad consiste en acopiar los materiales, seleccionarlos, triturarlos, enfardarlos y venderlos, no tienen una provisión permanente de residuos, sino que su cantidad fluctúa y, por tanto, la maquinaria (cinta transportadora, molinos, enfardadora, camión) permanece en desuso durante algunas temporadas. Dicha fluctuación obedece a la eficacia de las campañas de concientización de la población, que es la encargada de una recolección diferenciada de estos en sus domicilios y en lugares públicos, y del precio de los materiales vírgenes, que determina la conveniencia de hacer el reciclado de los residuos.

El PEBD, por su parte, es uno de los materiales plásticos que más ampliamente se usa. Se produce a partir de combustibles fósiles y, a la intemperie, tarda más de 150 años en degradarse. La principal razón de que ocupe esta primera posición es que su costo es bajo y tiene múltiples propiedades de importancia industrial.

Debe tenerse en cuenta que Argentina es uno de los países con mayor consumo de plástico por habitante en Latinoamérica (42.00 kg por habitante), según datos del 2019 de la Cámara Argentina de la Industria Plástica. Para abastecer esta demanda, se producen más de 1162000ton al año y se importan otras 882600ton, lo que significa un mercado de alrededor de 1591000ton de plástico consumidas en el año (Sbarbati-Nudelman, 2020).

El Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE) en conjunto con el Centro de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Materiales y Calidad (CINTEMAC-UTN-FRC) han abordado esta problemática por medio de desarrollar tejas basadas en residuos reciclados: caucho procedente de los NFU y PEBD procedente de caños, bidones o bolsas reciclados. Uno de los propósitos principales de este proyecto

fue desarrollar una tecnología constructiva que reciclara residuos de plásticos y de caucho para lograr un producto sustentable de triple impacto: ambiental, económico y social. Su impacto es ambiental porque reduce la contaminación al convertir desechos en materias primas; es económico porque incorpora la visión de la economía circular, concepto que concibe que los bienes se producen, se consumen, se reciclan en ese orden de manera cíclica, y, por último, tiene un impacto social positivo ya que, entre otras ventajas, es una tecnología simple que pueda replicarse masivamente en diferentes puntos del país, generar obra y activar la construcción con productos locales de alta resistencia y mínimo desperdicio.

La presente investigación tiene como objetivo principal analizar el comportamiento optotérmico de componentes para construcción (teja) elaborados con un nuevo material elaborado a partir de caucho y PEBD reciclados (Sánchez-Amono, 2018). En el año 2019 se solicitó al Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía (INAHE) la formación de un servicio tecnológico de alto nivel (STAN) denominado *Evaluación opto-térmica de tejas recicladas: albedo, emisividad térmica, e Índice de reflectancia solar* (Alchapar et al., 2019). En este trabajo se discuten los resultados obtenidos en el informe técnico emitido por el INAHE y se obtienen conclusiones, ventajas y desventajas del elemento constructivo y lineamientos para futuras investigaciones. Esto determinará alternativas para mejorar su desempeño térmico.

Cada material que compone la envolvente edilicia y urbana tiene diferentes propiedades físicas que determinan su capacidad de transferir el calor. Las propiedades superficiales u ópticas son la reflectancia solar o albedo ($\hat{\alpha}$), la absorptancia (α) y la emitancia (ϵ). Cada una de ellas influye en mayor o menor grado en la transferencia de calor por convección, radiación y conducción sol-aire. El albedo es el porcentaje de energía solar reflejada por una superficie. Esta propiedad es determinante para la temperatura máxima en un material (Levinson et al., 2002). La absorptancia es el cociente entre el flujo de calor radiante absorbido por una superficie y el flujo de calor radiante incidente. La emitancia térmica es el cociente entre la exitancia total de una superficie considerada y la exitancia total del cuerpo negro a la misma temperatura (Instituto Argentino de Normalización [IRAM], 2002). En el apartado “Metodología de la medición” se desarrollan en detalle todas las variables medidas.

El Índice de Reflectancia Solar se define como del resultado de la sustracción de la temperatura patrón negra, menos la temperatura del material testeado, dividido el valor dado por la resta de la temperatura del patrón

negro menos la temperatura del patrón blanco (Madlener, 2011). Techos, fachadas de edificios, calles, plazas, etc. representan una importante masa de acumulación, ya que absorben la radiación solar y la reemiten al ambiente en forma de radiación de onda larga y con un desfase en el tiempo.

La alta capacidad térmica y la absorción de los materiales sumadas a la extensión de las superficies expuestas, sobre todo por las superficies horizontales, son significativas en el aumento de temperatura en las ciudades. La emisión de la energía almacenada se produce con un desfase temporal debido a la inercia térmica de los materiales. Esto se traduce en un aumento de las temperaturas, sobre todo en las horas más frías, lo que reduce la amplitud térmica y dificulta el enfriamiento nocturno (Davies et al., 2008). Debido a que los materiales que componen las envolventes urbanas son responsables de la interacción entre el edificio y el medioambiente, afectan tanto el consumo de energía para el acondicionamiento térmico de los edificios como las temperaturas de la ciudad.

En cuanto a los antecedentes de estudios similares sobre este tipo de componentes u otros en relación a las características y metodologías de evaluación optotérmica, se puede mencionar el trabajo titulado “Sustentabilidad energética urbano-edilicia. Características termo-físicas de tecnologías de techo tradicionales y recicladas” (Alchapar et al., 2020). El objetivo general de este trabajo fue categorizar los distintos materiales de cubiertas de techo de acuerdo con su capacidad para disminuir las temperaturas urbanas mediante el cálculo del SRI de acuerdo con la norma ASTM E1980-11 (American Society for Testing and Materials [ASTM] International, 2019). Se clasificaron 31 tipos de materiales de techos de tecnología tradicional de mayor frecuencia de uso en el mercado nacional, en contraste con el comportamiento de una teja con tecnología reciclada compuesta por residuos de caucho. Los materiales de techo fueron clasificados según características morfomateriales, de composición, cromáticas, morfológicas, de terminación, etc.

Estudio optotérmico de la teja reciclada

Se describen los valores de reflectancia solar o albedo, emisividad térmica, temperatura superficial (TS), e SRI de tejas elaboradas con caucho y plástico reciclado desarrolladas en el CEVE del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Las tejas (figura 1) son un componente constructivo elaborado a partir de residuos de NFU y PEBD. Su fabricación se lleva a cabo con una máquina extrusora para plásticos estándar mediante un proceso combinado de extrusión y moldeo por compresión. Por

contribuir a la descontaminación del ambiente, se puede decir que es un componente sustentable, íntegramente constituido por materiales de desecho reciclados. En este caso no se utilizan materias primas no renovables, como lo hacen la mayoría de las tecnologías tradicionales. En los

aspectos técnicos, las principales ventajas de las tejas desarrolladas en este proyecto son una menor densidad, una menor absorción de agua y una mayor resistencia al impacto duro (granizo) y a la flexión con respecto a las tejas tradicionales de cerámica y hormigón (Sánchez-Amono, 2018).

Figura 1. Teja negra



Fuente: elaboración propia (2019).

En estudios previos, para obtener el Certificado de Aptitud Técnica (CAT) en Argentina (Gaggino et al., 2019) se calculó la transmitancia térmica y se evaluaron los riesgos de condensación superficial e intersticial con el objetivo de evitar de los puentes térmicos. Además, en los cálculos de riesgo de condensación superficial e intersticial se observó el mismo alcance territorial (cálculo en zona extrema: El Calafate, Provincia de Santa Cruz, 50°20'22" S y 72°15'54" O) con una temperatura de diseño interior de 18°C y una temperatura

exterior de invierno de -15°C. No obstante, se recomienda hacer pruebas con prototipos previos en las zonas de mayor humedad relativa y menor temperatura (por ejemplo, en 15°C, humedad relativa [HR] de 80%, exterior de diseño invierno) (Sulaiman et al., 2020). Para la Zona VI (muy fría), la cual comprende toda la extensión de las altas cumbres de la Cordillera de los Andes y el extremo sur de la Patagonia, Tierra del Fuego, Islas Malvinas y Antártida, este tipo de tejas es ideal, ya que al ser oscuras absorben la radiación y, de esta manera, conservan el calor en su interior.

METODOLOGÍA

Condiciones de las mediciones

La unidad muestral corresponde a 1m² de tejas color negro, montada en un bastidor de madera sobre una superficie horizontal de poliestireno

expandido de 10cm de espesor, dentro de un predio del Centro Regional de Investigaciones Científicas y Técnicas (32°53'45" S y 68°52'28" O) (figura 2).

Figura 2. Unidad muestral de teja reciclada (bastidor 1 m²)



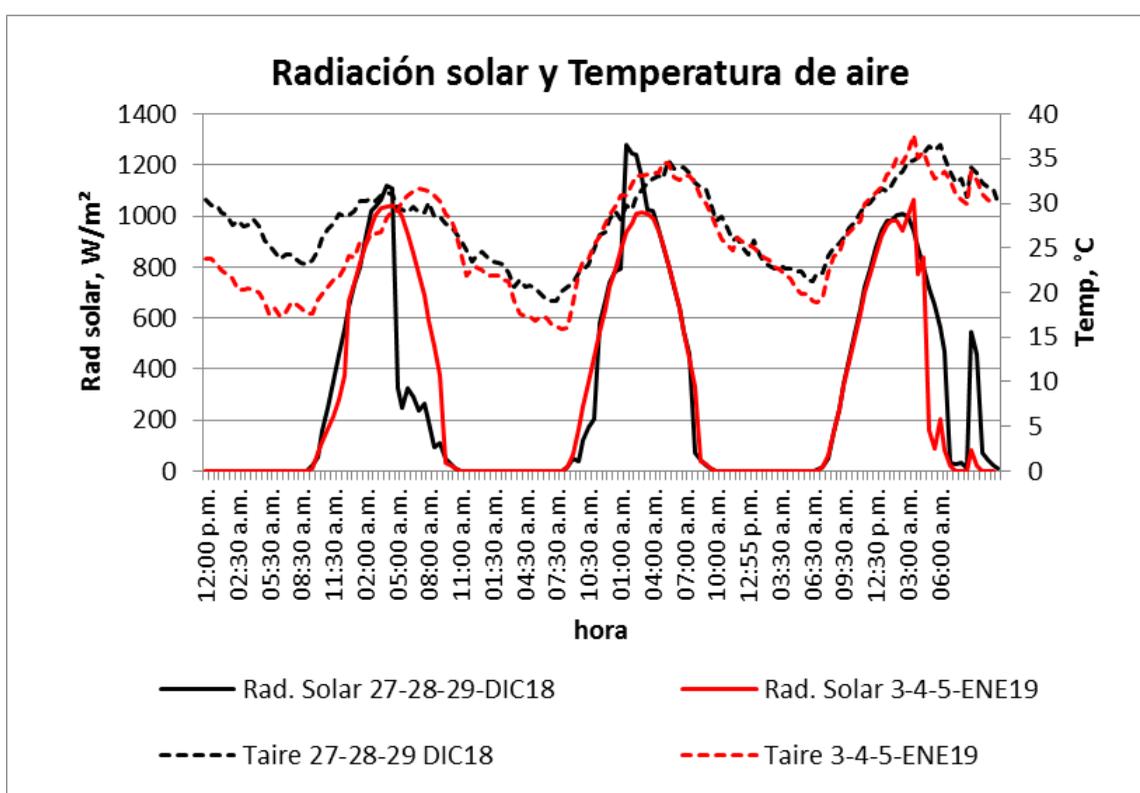
Fuente: elaboración propia (2019).

Las dimensiones (1 m × 1 m) están establecidas por las normas que se detallan en el apartado “Metodología de medición”. En cuanto a la inclinación, si bien la norma establece el ensayo en el plano horizontal (0°), también se experimentó a 30°, ya que es el más representativo para una cubierta a dos aguas.

Así pues, el monitoreo optotérmico de la unidad muestral se llevó a cabo bajo dos ángulos de inclinación (0° y 30°) por un periodo estival, que comprendió desde el 21 de diciembre de 2018 al 09 de febrero de 2019. Las características ambientales de los días de medición fueron registradas con una estación meteorológica móvil tipo ONSET Weather

HOBO® modelo H21-001, cuyo rango operativo se encuentra entre 253 °K y 323 °K. La estación poseía un sensor de temperatura y humedad relativa HOBO S-THB-M002 61, un sensor de velocidad del viento HOBO S-WSA-M003, un sensor de dirección del viento HOBO S-WDA-M003, un piranómetro de silicona HOBO S-LIB-M003 y un sensor de presión barométrica HOBO S-BPA-CM10. En la figura 3 se describen las condiciones microclimáticas de los días 27, 28 y 29 de diciembre de 2018, así como del 3, 4 y 5 de enero de 2019, con el fin de registrar condiciones climáticas estables. Cabe señalar que en el primer periodo se probó la unidad muestral con una pendiente de 30° y, en el segundo, con una pendiente de 0°.

Figura 3. Radiación solar, W/m²; temperatura de aire, grados centígrados del periodo evaluado



Fuente: Alchapar et al. (2019).

Metodología de medición

Los registros optotérmicos se llevaron a cabo según métodos y equipamiento listados en la tabla 1.

Tabla 1. Detalle de métodos y equipamiento para evaluar albedo ($\hat{\alpha}$), emisividad térmica (ϵ) e índice de reflectancia solar (SRI)

Normas y métodos	Método variante de la Norma ASTM E1918-16: <i>Standard Test Method for Measuring Solar Reflectance of Horizontal and Low-Sloped Surfaces in the Field</i> (2021)
	ASTM E1933-14: <i>Standard Practice for Measuring and Compensating for Emissivity Using Infrared Imaging Radiometer</i> (2018)
	ASTM E1980-11: <i>Standard Practice for Calculating Solar Reflectance Index of Horizontal and Low-Sloped Opaque Surfaces</i> (2019)
Instrumentación	Albedómetro (Kipp & Zonen CMA11, rango espectral de 285 μm a 2800 μm)
	Termómetro (tipo IR Fluke 568 con ajuste de emisividad)
	Cámara termográfica infrarroja (tipo Fluke Ti55, rango de 7.5 μm a 14 μm)
	Termocupla T incorporada a <i>dataloggers</i> (LASCAR EL-USB-TC) Colorímetro digital (Color Muse – COLORONE)
Software de análisis	SmartView 2.1
Nota	Los resultados de la prueba corresponden solo a la muestra analizada. Pueden existir variaciones en los resultados entre muestras causadas por materiales no uniformes

Fuente: Alchapar et al. (2019).

Albedo o reflectancia solar global hemisférica ($\hat{\alpha}$)

Se trata del método variante ASTM E1918A (Akbari et al., 2008). El método de ensayo establece el procedimiento para medir la reflectancia solar de un material sobre un área de 1m² mediante el uso de un piranómetro o un albedómetro y un par de máscaras de color blanco y negro. La irradiancia solar (potencia por unidad de área) que incide sobre el sensor de un piranómetro horizontal mirando hacia abajo es un promedio ponderado de la radiación solar y de sus alrededores reflejada por unidad de área del objetivo.

Emisividad térmica para superficies opacas (ϵ) (ASTM E1933-06)

La emisividad infrarroja es una propiedad térmica de la superficie de un material que permite estimar la cantidad de energía térmica que absorbe o emite un cuerpo a cierta temperatura, comparada con la de un cuerpo negro en las mismas condiciones.

Este método de prueba cubre los procedimientos para medir y compensar la emisividad de un material opaco a través del registro de TS de la muestra con un radiómetro de imagen infrarroja tipo IR Fluke 568. El método emplea un sensor de temperatura (termocupla tipo T) asociado con un *datalogger* (registrador de

datos) tipo (LASCAR EL-USB-TC). El valor del flujo radiante emitido por el material es comparado con el dato que registra el termómetro IR con ajuste de emisividad. De tal modo, la emisividad del material corresponde a aquella que hace coincidir la temperatura de la termocupla con la del termómetro IR (ASTM International, 2006).

Temperatura superficial (TS)

Para construir el perfil de TS diaria del material se utilizan termocuplas tipo T incorporadas al *datalogger* tipo LASCAR EL-USB-TC por medio de un censo cada 5 min. Paralelamente, durante el periodo de máxima radiación, se toman registros de TS con una cámara infrarroja tipo IR Fluke Ti55 y se contrastan los resultados para disminuir los posibles errores arrojados durante las mediciones de campo y para verificar aquellos materiales que se pudieran comportar como selectivos. Así, la conductividad térmica se desprecia, ya que se trabaja con el límite adiabático respecto de la conductividad a tierra (superficie de poliestireno expandido de 10cm de espesor).

Índice de reflectancia solar ASTM 1980-11

El SRI estima la capacidad de una superficie de reflejar la radiación recibida. Se expresa como un porcentaje entre 0% (menor capacidad) y 100%

(mayor capacidad). El SRI se calcula utilizando ecuaciones basadas en datos previamente definidos de reflectancia solar o albedo ($\hat{\alpha}$), emisividad (ϵ) y TS en estado estacionario y en relación con

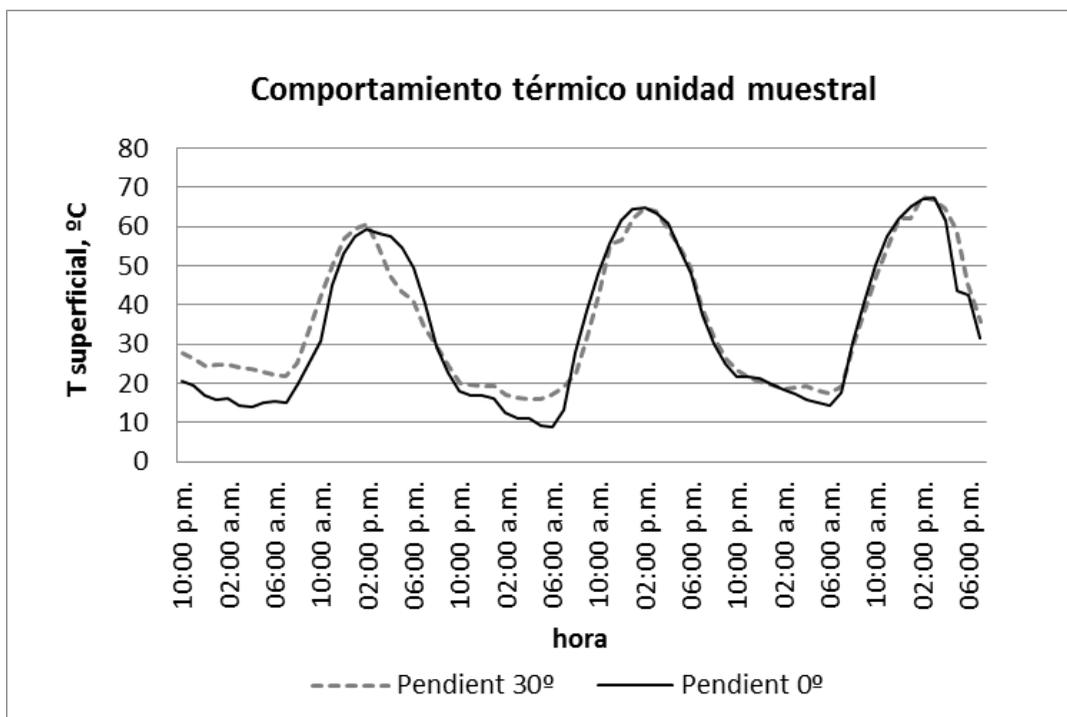
una superficie de patrón negra y otra blanca. En este informe se ha calculado el SRI bajo dos coeficientes convectivos: bajo ($hc < 5 \text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$) y medio (hc entre $6 \text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ y $12 \text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$).

RESULTADOS

En la figura 4 se grafican las curvas de TS de la unidad muestral durante el periodo del 27, 28, y 29 de diciembre de 2018 (pendiente de 30°) y el 3, 4 y

5 de enero de 2019 (pendiente de 0°). Los perfiles de temperatura fueron censados con termocuplas asociadas con *dataloggers* (LASCAR EL-USB-TC).

Figura 4. Curvas de temperatura superficial de la unidad muestra bajo dos ángulos de inclinación



Fuente: Alchapar et al. (2019).

La tabla 2 describe las magnitudes monitoreadas o calculadas: albedo ($\hat{\alpha}$); emisividad térmica (ϵ); TS promedio, así como

TS mínima y máxima promedio de los días monitoreados, y SRI para la unidad muestral de referencia.

Tabla 2. Resultados de propiedades optotérmicas

Variables	Unidad muestral	
Ensayadas	Pendiente 0°	Pendiente 30°
<i>Propiedades optotérmicas</i>		
$\hat{\alpha}$ (albedo)	0.32	0.34
ϵ (emisividad térmica)	0.86	0.86
<i>Comportamiento térmico diario de los días seleccionados</i>		
Ts prom. $^\circ\text{C}$	34.01	35.97
Ts máx. prom. $^\circ\text{C}$	67.29	67.64
Ts mín. prom. $^\circ\text{C}$	8.64	15.79
Índice		
SRI (%)*	51	49
SRI (%)**	52	49

Variables	Unidad muestral
RGB	75, 78, 80
CIE	32,93, 0,60, 1,62

Sistema de color

Fuente: Alchapar et al. (2019).

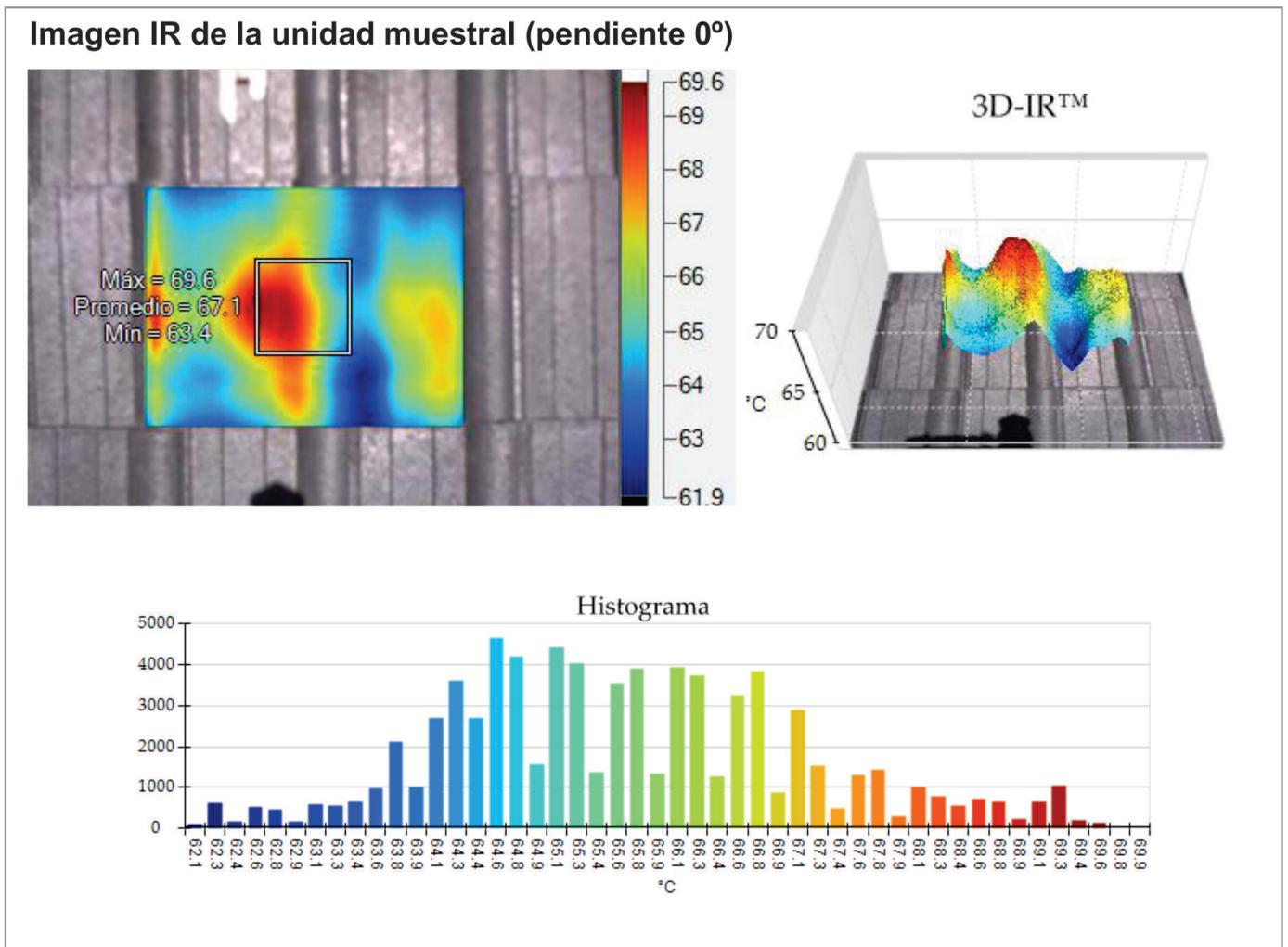
*SRI para coeficiente convectivo bajo ($hc \geq 5 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$)

**SRI para coeficiente convectivo medio ($hc = 6 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$)

Las imágenes infrarrojas (figuras 5 y 6) grafican la temperatura superficial de la unidad muestral durante la ocurrencia de las temperaturas máximas de aire. Estas fueron registradas con una cámara IR (Fluke Ti 55) y, luego, se les analizó con el software

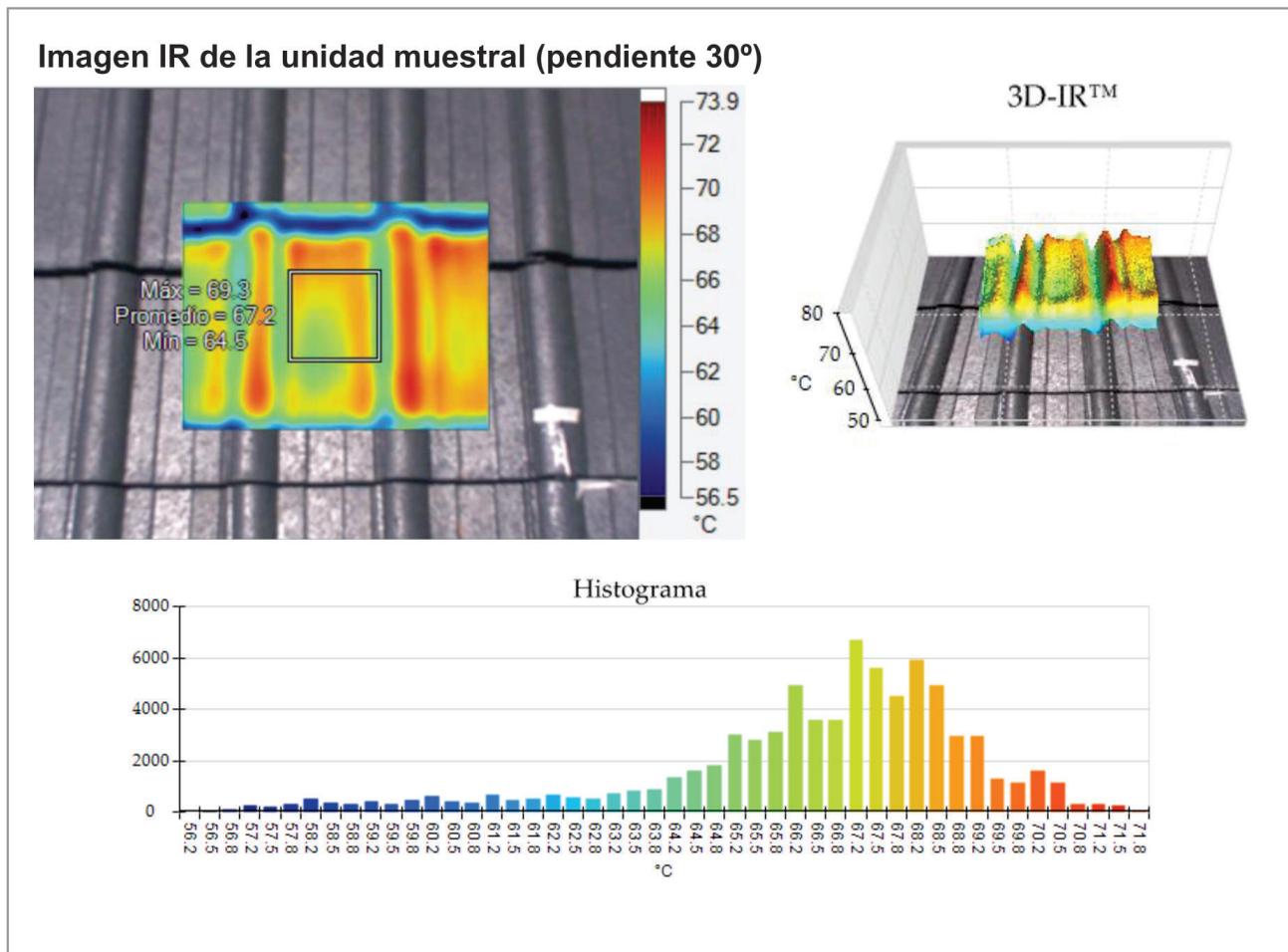
SmartView 2.1. La absorptancia solar (α) es el opuesto complementario del albedo ($\hat{\alpha}$). Por lo tanto, en la pendiente de 0° , si el albedo es de 0.32, la absorptancia será de 0.68. Para el caso de pendiente 30° , el albedo es de 0.34 y la absorptancia de 0.66.

Figura 5. Imagen infrarroja de unidad muestral plana (pendiente 0°) en planta, axonométrica y distribución de frecuencias de temperatura superficial



Fuente: Alchapar et al. (2019).

Figura 6. Imagen infrarroja de unidad muestral inclinada (pendiente 30°) en planta, axonométrica y distribución de frecuencias de temperatura superficial



Fuente: Alchapar et al. (2019).

DISCUSIÓN

Curvas de temperatura superficial y tabla de valores definitivos

Se observa en la figura 4 que la pendiente superficial a un ángulo de inclinación de 30° presenta una menor variabilidad en la TS, especialmente en las horas de la madrugada, pues alcanza una diferencia de hasta +10 °C respecto a la pendiente 0°. Este resultado es esperable debido a la combinación del color negro de las tejas con una mayor exposición a la cúpula celeste con pendiente 0°, lo que propicia la pérdida de calor por radiación nocturna.

Con respecto a las curvas de TS de la muestra, de acuerdo con los dos ángulos de inclinación que se presentan en la figura 4, se deduce que, en cuanto a las horas de exposición solar, los valores son bastante coincidentes, en especial en el periodo de 08:00 a 14:00. Se detectó una disminución de la temperatura con la pendiente de 0° en dicho periodo. Podemos afirmar que la cubierta de tejas de caucho a 30° de inclinación presenta un menor ΔT nocturno, lo cual puede ser muy favorable en climas templados fríos a muy fríos. A su vez, con pendiente 30°, la temperatura alcanzada a las 14:00 supera los 60 °C, valor

excesivo con un importante potencial para ser utilizado en la incorporación de paneles o colectores solares en la cubierta norte. Esto se puede observar detalladamente en los valores promedios de TS mínimas y promedio de la tabla 2. Por otra parte, si bien en dicha tabla se observa una variación centesimal en el albedo respecto de la inclinación (0.32 para inclinación 0° y 0.34 para inclinación 30°), el valor de este parámetro corresponde a la mitad del valor de absorción de calor que presenta una teja cerámica (0.64).

Curvas de distribución

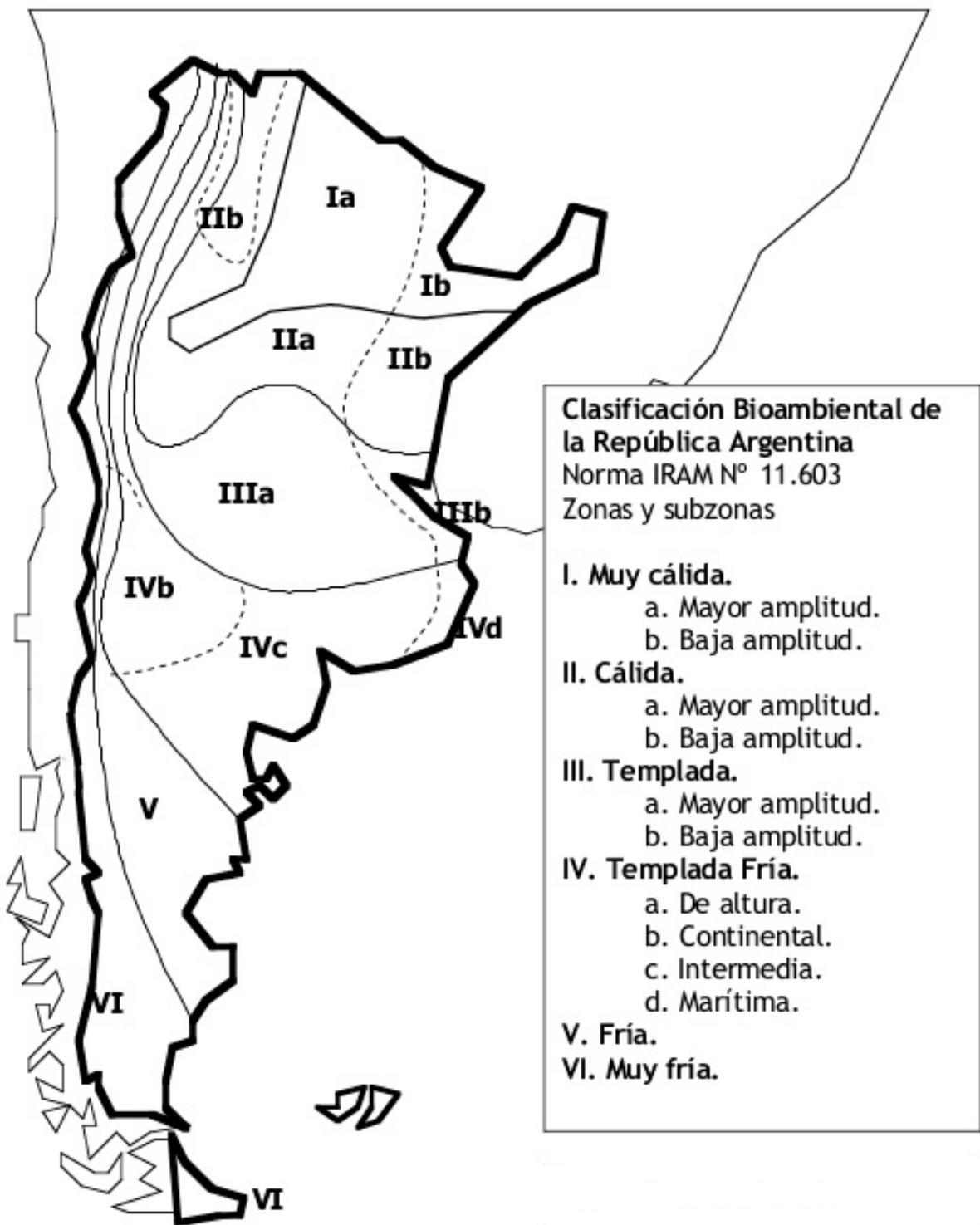
Las figuras 5 y 6 muestran la imagen infrarroja del techo plano e inclinado, respectivamente, y la distribución de frecuencias de TS en cada caso. En las gráficas de la pendiente 0° se observa una distribución relativamente pareja y con un rango acotado de valores de las temperaturas superficiales evidente en el histograma. El rango abarca los valores entre 62.1 °C y 69.9 °C, y alcanza la mayor densidad de probabilidad de ocurrencia entre 64.1 °C y 66.8 °C. Al estar el plano paralelo a la cúpula celeste, los valores de la pérdida de energía en la noche son mayores, mientras que con la pendiente de 30° el rango de distribución

de temperaturas superficiales es ampliamente mayor. El histograma registra temperaturas entre 56.2°C y 71.8°C, más dispersas que la pendiente 0°. La desviación estándar fue de 2.38. Ello se debe a la sombra lineal generada por la superposición y pendiente de los elementos constructivos. Esta condición amplía el rango de valores registrados y, por tanto, modifica los valores promedios. La desviación estándar es de 4.13, 57% mayor que en la pendiente 0°. No obstante, es muy importante destacar la concentración de valores de temperaturas entre 66°C y 68.5°C, que significa, comparativamente, una mucha mayor regularidad y, a su vez, valores más altos respecto

de la pendiente 0°. En caso de desestimar los valores generados por la sombra lineal con baja ocurrencia, la desviación estándar es de 1.77.

La inclinación 30° orientada al norte favorece la recepción de una mayor cantidad de rayos solares perpendiculares a la superficie y, por ello, se concentran los valores con mínima dispersión y mayor temperatura. Esta situación es muy favorable en latitudes y alturas sobre el nivel del mar altas, donde los climas varían entre templado frío a muy frío, es decir, según el mapa de las zonas bioclimáticas de Argentina, en aquellas de clasificación de IV a VI (figura 7).

Figura 7. Clasificación bioambiental de la República Argentina



Fuente: Norma IRAM 11603 (IRAM, 1996a).

También es una ventaja significativa en el caso de considerar la incorporación en la cubierta al norte colectores o paneles fotovoltaicos, ya que el montaje evitaría soportes adicionales gracias a la inclinación. La versatilidad mecánica de esta teja permite anclar elementos metálicos y otros, sin que se rompan ni pierdan sus propiedades hidrófugas

Análisis comparativo de la teja material de reciclado y la teja cerámica

Se realizó una comparación de la teja elaborada a partir de material reciclado (TMR) con respecto a los valores de las propiedades optotérmicas de una teja cerámica color terracota (TC) (Alchapar et al., 2020). Los resultados se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados de comparativa de propiedades optotérmicas

Tipo de teja	Albedo ($\tilde{\alpha}$)	Absortancia (α)	Emisividad (ϵ)	TS	SRI
Teja cerámica	0.64	0.36	0.90	47	81
Teja de material reciclado	0.32	0.68	0.86	67	51

Fuente: Alchapar et al. (2019; 2020).

El análisis comparativo de la TMR y la TC determinó que la TMR es de color negro y, por tanto, tiene bajos niveles de albedo, lo que se suma a su relativamente baja emisividad térmica con respecto al color claro (terracota) de la TC.

La TMR presenta un valor 50% menor de albedo, posee 89% más absortancia y muestra 43% más de TS que la TC. Además, la TMR presenta un valor muy similar de emisividad térmica que la TC. Sin embargo, en el SRI la TMR demostró un valor 37% menor que la TC. Por otra parte, la absorción de calor fue más alta en la TMR que en la TC, lo que indica que, en la práctica, aumenta la temperatura del local habitable. La TMR es, pues, apta para ser empleada en climas fríos, ya que durante el día absorben la radiación solar y emiten calor en el interior de la vivienda, mientras que una cubierta con TC implica un mayor gasto en calefacción y también implica instalar un material aislante que impida la fuga de calor hacia el exterior.

Los materiales que registran niveles de SRI cercanos a 100% son los más eficientes. Por esta razón, se propone trabajar en estrategias para elevar los niveles de emisividad de la TMR, ya que la TC tiene un mejor desempeño por su valor superior. Las TMR, por su parte, presentan amplias posibilidades de mejorar su comportamiento optotérmico mediante la incorporación de materiales reflectivos a su composición.

Actualmente se está trabajando en la obtención de tejas coloreadas a partir de la incorporación de pigmentos en la mezcla de caucho y PEBD reciclados. Además, a través de un artículo se realizó una simulación térmico-energética con una placa BENO PET y un sistema

constructivo tradicional de madera que incluía el uso de TMR en la cubierta de techo. Ambas tecnologías son desarrollos del CEVE y están elaboradas con materiales reciclados. Estos sistemas son sustentables, de rápida construcción y bajo costo. Se analizó la teja negra pintada con pintura látex blanco y se evaluó la distribución de las condiciones térmicas interiores, los consumos energéticos de climatización y los costos anuales asociados de aire acondicionado y calefacción. Se obtuvo un ahorro de 43% de energía con respecto al caso base de tejas color negro (Sulaiman et al., 2020).

Cumplimiento de la Norma IRAM 11605

La transmitancia térmica (K) de aire de techos, muros y pisos deberá ser igual o menor a la transmitancia térmica máxima ($K_{m\acute{a}x}$) admisible correspondiente al Nivel B de la norma IRAM 11605 y verificarse para las condiciones de invierno y de verano. Según los cálculos realizados para la ciudad de Córdoba (zona bioambiental IIIa), la tecnología de TMR no presenta condensación superficial y cumple con el nivel C y el nivel B (IRAM, 1996b) en todas las localidades del país que presentan como temperatura de diseño exterior en invierno entre 0°C y -15°C. Asimismo, esta tecnología cumple el nivel C en todas las zonas bioclimáticas del país para verano, y con el Nivel B para todas las zonas, salvo la I y II, por solo dos centésimas (K calculado = 0.47; K admisible en verano nivel B = 0.45). Estos cálculos se estimaron en el trabajo "Análisis del desempeño higrotérmico de un prototipo con tejas de material compuesto" (Sulaiman et al., 2018). Los valores de $K_{m\acute{a}x}$ admisible de techos para condición de invierno y verano se observan en las tablas 4 y 5.

Tabla 4. Valores de $K_{m\acute{a}x}$ admisible de techos para condición de invierno

Invierno	Nivel A	Nivel B	
Temperatura exterior	(W/m ² K)	(W/m ² K)	Nivel B
Mínima de diseño (°C)			(W/m ² K)
-15	0.20	0.52	1.00
-14	0.20	0.53	1.00
-13	0.21	0.55	1.00
-12	0.21	0.56	1.00
-11	0.22	0.58	1.00
-10	0.23	0.60	1.00
-9	0.23	0.61	1.00
-8	0.24	0.63	1.00
-7	0.25	0.65	1.00
-6	0.26	0.67	1.00
-5	0.27	0.69	1.00
-4	0.28	0.72	1.00
-3	0.29	0.74	1.00
-2	0.30	0.77	1.00
-1	0.31	0.80	1.00
≥0	0.32	0.83	1.00

Fuente: IRAM 11605 (IRAM, 1996b).

Tabla 5. Valores de $K_{m\acute{a}x}$ admisible de techos para condición de verano

Zona bioambiental	Nivel A	Nivel B	Nivel C
	(W/m ² K)	(W/m ² K)	(W/m ² K)
II y IV	0.18	0.45	0.72
III y IV	0.19	0.48	0.76

Fuente: IRAM 11605 (IRAM, 1996b).

CONCLUSIONES

El análisis de las propiedades optotérmicas de la cubierta de tejas de NFU y PEBD permite optimizar su uso según las condiciones del lugar de aplicación o transferencia. La revolución en la construcción está ganando impulso y este tipo de teja es un ejemplo. Año tras año surgen nuevos materiales en la industria de la construcción; sin embargo, su difusión y el conocimiento de su existencia son escasos, ya sea por falta de un cambio de mentalidad entre los usuarios o porque todavía no se los incluye en los planes de estudio de carreras como arquitectura e ingeniería. Asimismo, la falta de información de sus propiedades optotérmicas es muy limitada, lo que impide que nuevos profesionales puedan sugerirlos a los futuros usuarios de las viviendas.

Las TMR cuentan con numerosas ventajas con respecto a soluciones de cubierta tradicionales (tejas cerámicas y de hormigón, chapa

de zinc, etc.): son livianas, presentan mayor resistencia al impacto duro (granizo) y a la flexión, poseen baja absorción de agua, entre otras. Por otra parte, al estar fabricadas a partir de materiales de desecho reciclados, evitan la utilización de materias primas no renovables al tiempo que disminuyen la cantidad de residuos que finalizan en un relleno sanitario.

El color es un factor muy importante que condiciona el balance energético entre el planeta tierra y el sol. Debido al calentamiento ocasionado por el efecto isla de calor y su capacidad de absorción térmica, las cubiertas contribuyen a aumentar el consumo energético y, en consecuencia, a incrementar las emisiones de gases de efecto invernadero. Asimismo, una de las variables que las hace más eficientes en la disminución de las temperaturas superficiales de los techos es el albedo. La variación de esta es de 0.02 entre una cubierta de teja en plano horizontal

(0.32) con respecto de una cubierta inclinada a 30° (0.34).

Es importante destacar la aplicabilidad de las TMR en los climas templados, los templados fríos e, incluso, en los muy fríos, dado que al ser de color oscuro (negro) tienen un efecto albedo muy bajo, es decir, poca capacidad de reflexión de la energía solar incidente y, por ello, mucho potencial para absorber el calor. De esta manera, esta absorción térmica se traduce en la emisión de calor al interior de la vivienda. La distinta cantidad de radiación solar que es reflejada o absorbida se debe al color de la superficie. Una mayor absorción de calor ocurre cuando las superficies son oscuras, lo que produce el efecto de calentamiento, y viceversa.

Ahora, el valor de la emisividad térmica es similar en ambas pendientes (0° y 30°). Si se observan las variaciones con respecto al comportamiento térmico, existe un incremento de la TS promedio de casi dos grados (1.96 °C) en la cubierta pendiente de 30°, mientras en los valores de la TS máxima promedio la diferencia es mínima. La cubierta con pendiente de 30° supera en 0.35 °C a la cubierta plana. En cambio, se observa una notoria diferencia en la temperatura superficial mínima promedio en la cubierta pendiente de 30°, con 7.15 °C de más. En conclusión, se aumenta la temperatura del local habitable por transferencia de calor por dirección del flujo de calor vertical descendente. Esta también influye en la aislación térmica adicionada a la cubierta, sobre todo en climas templados y cálidos.

En Argentina, toda la cordillera de los Andes, los valles inter cordilleranos y la Patagonia completa suman una extensión muy significativa de posible aplicación sin ningún tipo de cambio de la cubierta aquí evaluada. Cabe destacar que estas regiones coinciden con zonas de explotación minera y de petróleo donde existe un uso de vehículos OTR (*off-the-road*). Allí se utiliza gran cantidad de neumáticos de gran tamaño que no cuentan con un sistema de tratamiento y que son depositados a la intemperie, lo que ocasiona serios problemas ambientales. En la cubierta de TMR con inclinación de 30° se disminuye la pérdida por radiación

nocturna y aumenta la cantidad de incidencia solar perpendicular sobre la cubierta, como se detalló en la discusión de los resultados.

Futuras líneas de investigación

La mayoría de la población argentina se concentra en las ciudades de clima templado y templado cálido. Las construcciones humanas deben adecuarse bioclimáticamente para conformar un hábitat racional, económico y con el mayor grado de eficiencia energética según el contexto socioeconómico y climático y de acuerdo con los recursos disponibles. En el caso de aplicar las TMR en las zonas cálidas de nuestro país, se proponen diferentes alternativas, como, por ejemplo, incorporar algún tipo de pintura o recubrimiento superficial de color claro para disminuir la absorción de calor por una alta incidencia de la energía solar. Esta solución es una de las más económicas y utilizadas en Argentina. En dichas regiones cálidas, las temperaturas son bastante elevadas y, sin intervención, las TMR provocarían un aumento de consumo de energía en refrigeración.

En cuanto a la terminación de la teja, se experimentó la capacidad de adherencia de pinturas o recubrimientos mediante la incorporación de óxidos y *masterbatch* (Sánchez-Amono et al., 2021). El color es una de las tantas variables que resulta más impactante en el comportamiento térmico superficial de un material. El uso de recubrimientos claros en techos (alta reflectancia solar y emitancia térmica) en edificaciones reduce las cargas de enfriamiento en lugares cálidos y mitiga el efecto de islas de calor en grandes urbes. Para líneas futuras de investigación, se propone la incorporación de pinturas o pigmentos para obtener tejas coloreadas diferentes a las obtenidas durante esta investigación (negro). El color negro que actualmente poseen las tejas es resultado de la acción del negro del carbón que contiene el caucho proveniente de los NFU. Asimismo, se hará un seguimiento anual de la unidad muestral para evaluar el impacto del envejecimiento sobre las propiedades optotérmicas por efecto del desgaste, la suciedad y exposición a la intemperie.

CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los siguientes organismos financiadores del trabajo: al CONICET, por el financiamiento del Proyecto de Unidad Ejecutora 2017, titulado “Modelo de gestión para la producción regional de componentes constructivos para mejoras habitacionales a partir del reciclado de residuos sólidos urbanos”; al Gobierno de la Provincia de Córdoba, por el financiamiento del Proyecto PIO Residuos Sólidos 2010 titulado “Desarrollo tecnológico de tejas con materiales reciclados para viviendas”.

Los autores de este trabajo han contribuido de la siguiente forma: María Paz Sánchez-Amono en el diseño experimental, la interpretación de los resultados y los análisis de datos; Halimi Sulaiman en la interpretación de los resultados y el análisis de datos, y Rosana Gaggino en la interpretación de los resultados y el análisis de datos. Los autores declaran que no tienen conflictos de interés en relación con la investigación presentada.

REFERENCIAS

- Akbari, H., Levinson, R., & Stern, S. (2008). Procedure for measuring the solar reflectance of flat or curved roofing assemblies. *Solar Energy*, 82(7), 648-655. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2008.01.001>
- Alchapar, N., Correa, E., & Mercado, H. R. (2019). *Informe técnico de STAN. Servicio Tecnológico de Alto Nivel: Ensayo sobre componente con materiales plásticos reciclados 3270. Determinación de propiedades ópticas e Índices de comportamiento energético de materiales. Evaluación opto-térmica de tejas recicladas: albedo, emisividad térmica e índice de Reflectancia Solar*. Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía [INAHE]; Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas [CONICET].
- Alchapar, N., Sánchez-Amono, M., Correa, E., Gaggino, R., & Positieri, M. (2020). Sustentabilidad energética urbano-edilicia. Características termo-físicas de tecnologías de techo tradicionales y recicladas. *Revista ingeniería de construcción*, 35(1), 73-83. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732020000100073>
- American Society for Testing and Materials [ASTM] International. (2006). *Standard Practice for Measuring and Compensating for Emissivity Using Infrared Imaging Radiometers* (ASTM E1933-06).
- ASTM International. (2018). *Standard Practice for Measuring and Compensating for Emissivity Using Infrared Imaging Radiometers* (ASTM E1933-14). <https://doi.org/10.1520/E1933-14>
- ASTM International. (2019). *Standard Practice for Calculating Solar Reflectance Index of Horizontal and Low-Sloped Opaque Surfaces* (ASTM E1980-11). <https://doi.org/10.1520/E1980-11R19>
- ASTM International. (2021). *Standard Test Method for Measuring Solar Reflectance of Horizontal and Low-Sloped Surfaces in the Field* (ASTM ASTM E1918-16). <https://doi.org/10.1520/E1918-16>
- Davies, M., Steadman, P., & Oreszczyn, T. (2008). Strategies for the modification of the urban climate and the consequent impact on building energy use. *Energy Policy*, 36(12), 4548-4551. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.09.013>
- Instituto Argentino de Normalización [IRAM]. (1996a). *Acondicionamiento térmico de edificios* (IRAM 11603).
- IRAM. (1996b). *Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos* (IRAM 11605).
- IRAM. (2002). *Aislamiento térmico de edificios* (IRAM 11549).
- Levinson, R., & Akbari, H. (2002). Effects of composition and exposure on the solar reflectance of portland cement concrete. *Cement and Concrete Research*, 32(11), 1679-1698. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(02\)00835-9](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(02)00835-9)
- Madlener, R., Sunak, Y. (2011). Impacts of urbanization on urban structures and energy demand: What can we learn for urban energy planning and urbanization management. *Sustainable Cities and Society*, 1(1): 45-53, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2010.08.006>.
- Martínez, R. (2022, 18 de octubre). Los residuos urbanos en Argentina y la importancia de una gestión integral para su tratamiento. *Perfil*. <https://www.perfil.com/noticias/opinion/los-residuos-urbanos-en-argentina-y-la-importancia-de-una-gestion-integral-para-su-tratamiento.phtml>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). *Informe del estado del ambiente 2021. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación*. https://ciam.ambiente.gob.ar/images/uploaded/recursos/326/IEA2021_digital.pdf
- Sánchez-Amono, M. P. (2018). *Estudio de la viabilidad de aplicación de polietileno y caucho reciclados para un sistema constructivo de cubierta* [Tesis doctoral]. Universidad Tecnológica Nacional.
- Sánchez-Amono, M. P., Sulaiman, H. C., Alchapar, N. L., Gaggino, R., & Correa Cantaloube, E. N. (2021). Coloración de tejas de caucho y plástico reciclado y su respuesta opto-térmica. *Métodos y Materiales*, 11, 34-42. <https://doi.org/10.15517/mym.v11i0.45809>

- Sánchez-Granel, G. (2022, 20 de septiembre). Cómo se reciclan los neumáticos desechados en materiales para plazas, mobiliario urbano y canchas de césped sintético. *Infobae*. <https://www.infobae.com/america/soluciones/2022/09/21/como-se-reciclan-los-neumaticos-desechados-en-materiales-para-plazas-mobiliario-urbano-y-canchas-de-cesped-sintetico/>
- Sbarbati-Nudelman, N. (Ed.). (2020). *Residuos plásticos en Argentina: Su impacto ambiental y en el desafío de la economía circular*. Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales [ANCEFN]. <https://cairplas.org.ar/2016/wp-content/uploads/2020/12/Residuos-plasticos-final-1.pdf>
- Sulaiman, H. C., Sánchez-Amono, M. P., Gaggino, R., Filippin, C., & Positieri, M. J. (2018). Análisis del desempeño higrotérmico de un prototipo con tejas de material compuesto. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente - AVERMA*, 22, 61-70. <https://portalderevistas.unsa.edu.ar/index.php/averma/article/view/1188>
- Sulaiman, H. C., Sánchez-Amono, M. P., Gaggino, R., & Oga-Martínez, L. M. (2020). Evaluación térmico-energética de un prototipo de vivienda sustentable con materiales reciclados. *Atena*, 2, 75-90. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/145631>

El HEnsA20 y su contexto: una mirada al programa nacional francés de investigación sobre la historia de la enseñanza de la arquitectura durante el siglo XX

The HEnsA20 and its context: a look at the French national research program on the history of architectural education during the 20th century

Recibido: febrero 6 / 2023 • Evaluado: febrero 6 / 2023 • Aceptado: mayo 29 / 2023

Andrés Ávila-Gómez*
Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. París (Francia)

RESUMEN

Además de constituir un tema de actualidad en el medio académico francés, la historia de la enseñanza de la arquitectura ha adquirido un papel fundamental en el debate cotidiano que, sobre el presente y el futuro de la disciplina, tiene lugar en las escuelas de arquitectura donde se forman los futuros profesionales. Como cuna del modelo de enseñanza beauxartiano implementado durante los siglos XIX y XX a una escala transnacional, la institucionalidad francesa representa un caso de estudio necesario para entender las transformaciones que dicha enseñanza ha presentado en las facultades y escuelas de arquitectura en varias regiones del mundo. El presente texto expone el contexto y una síntesis de los principales componentes del programa HEnsA20: Histoire de l'Enseignement de l'Architecture au 20^e siècle, el proyecto nacional más ambicioso implementado en Francia para estudiar en profundidad este aspecto de la historia de la arquitectura. Partiendo del análisis de las más recientes investigaciones desarrolladas y divulgadas de diversas formas (exposiciones, tesis doctorales, etc.) en el seno del medio universitario francés, se propone un acercamiento a este proyecto, verdadero modelo que amerita un análisis minucioso.

Palabras clave:

historia de la educación; interdisciplinariedad; programa de investigación; transferencia cultural; transferencia de conocimientos.

ABSTRACT

The history of architectural education is not only a current topic in French academia, but has also acquired a fundamental role in the daily debate on the present and future of the discipline that takes place in the schools of architecture where future professionals are trained. As the cradle of the Beaux-Arts model of teaching, implemented on a transnational scale during the nineteenth and twentieth centuries, the French institution represents a necessary case study for understanding the transformations that such teaching has undergone in architecture faculties and schools in different regions of the world. This text presents the context and a synthesis of the main components of the program HEnsA20: *Histoire de l'Enseignement de l'Architecture au 20e siècle*, the most ambitious national project implemented in France to study this aspect of architectural history in depth. Based on an analysis of the most recent research developed and disseminated in various forms (exhibitions, doctoral theses, etc.) within the French university environment, we propose an approach to this project, a true model that deserves in-depth analysis.

Keywords:

cultural transfers; history of education; interdisciplinarity; knowledge transfer; research program.

CÓMO CITAR

Ávila-Gómez, A. (2024). El HEnsA20 y su contexto: una mirada al programa nacional francés de investigación sobre la historia de la enseñanza de la arquitectura durante el siglo XX. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(1), 65-89. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.5076>

- Arquitecto, Universidad de los Andes, Bogotá (Colombia).
Magíster en Urbanismo, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia).
Magíster en Ville, Architecture, Patrimoine, Université Paris 7 Diderot (Francia).
Doctor en Histoire de l'Art, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne (Francia).
Investigador asociado del Centre de recherche HiCSA – Histoire culturelle et sociale des arts, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne (Francia).
<https://scholar.google.es/citations?user=cR2ISZEAAAAJ&hl=fr>
<http://orcid.org/0000-0003-3883-2737>
andresavigom@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Puesto en marcha por el Comité d'histoire del Ministère de la Culture, con el apoyo del Bureau de la recherche architecturale urbaine et paysagère (BRAUP) adscrito al mismo ministerio, el programa Histoire de l'Enseignement de l'Architecture au 20^e siècle (HEnsA20) constituye el más ambicioso proyecto a escala nacional concebido para estudiar desde diversas perspectivas la historia de la enseñanza de la arquitectura impartida en territorio francés¹ durante el siglo que va desde la creación de las Écoles régionales d'architecture (ERA) en 1903, hasta la reforma que implementó el sistema licence-master-doctorat (LMD)².

Dirigido por tres investigadores franceses en calidad de responsables científicos del proyecto, Daniel Le Couédic (1948-)³, Anne-Marie Châtelet (1954-)⁴ y Marie-Jeanne Dumont (1955-)⁵, el HEnsA20 ha movilizado desde 2016 un numeroso grupo de investigadores adscritos principalmente a las veinte Écoles nationales supérieures d'architecture⁶ (ENSA) y a otras instituciones históricamente

ligadas a la formación de arquitectos y urbanistas. A este núcleo de investigadores se sumaron desde las principales universidades francesas otros especialistas asentados en facultades y programas de historia del arte, de sociología, y de otras disciplinas. Dicha labor fue asesorada por un comité científico compuesto por especialistas en historia de la arquitectura y del arte, entre los que figuran Jacques Lucan (1947-), Jean-Louis Cohen (1949-2023) y Barry Bergdoll (1955-)⁷.

El lanzamiento oficial del HEnsA20 tuvo lugar en febrero de 2016, con el coloquio "L'enseignement de l'architecture au XXI^e siècle. Quelles sources ? Quelle histoire ?" (figura 1) celebrado en París en la Cité de l'Architecture et du Patrimoine (CAPA). El programa representa un punto de inflexión en materia de investigación en arquitectura en un país en el cual el aparato de enseñanza de esta disciplina ha engendrado históricamente una serie de atipicidades derivadas de la estructura dual del sistema de educación superior nacional.

- 1 Véase: EnsArchi: <https://ensarchi.hypotheses.org/> y Carnet de recherches du Comité d'histoire du ministère de la Culture, sur les politiques, les institutions et les pratiques culturelles: <https://chmcc.hypotheses.org/2544>.
- 2 La Declaración de Bolonia creada para armonizar diversos aspectos de la educación superior en el seno de la Unión Europea fue firmada en 1999 por 29 países con un objetivo principal: sentar las bases para la construcción de un Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Para abril de 2022, el grupo de signatarios incluye a 49 países, entre ellos, Rusia y Turquía. Véase: <https://education.ec.europa.eu/es/education-levels/higher-education/inclusive-and-connected-higher-education/bologna-process>.
- 3 Profesor en la Université de Bretagne, miembro del Institut de Géoarchitecture.
- 4 Profesora en la ENSA de Strasbourg, miembro del equipo de investigación EA 3400 ARCHE (arts, civilisations, histoire de l'Europe) de la Université de Strasbourg. Sobre su aporte al desarrollo de la historia de la arquitectura en el medio académico francés, véanse los ensayos recogidos en: Bolle, G., Diener, A., & Abadie, S. (2023). *Pour une histoire culturelle de l'architecture Essais offerts à Anne-Marie Châtelet*. MetisPresses.
- 5 Profesora en la ENSA de Paris-Belleville, miembro del equipo de investigación IPRAUS (Institut Parisien de Recherche : Architecture, Urbanistique et Société).
- 6 De las veinte ENSA que existen actualmente, seis de ellas están localizadas en la región parisina: Paris-Malakais; Paris-Belleville; Paris-Val de Seine; Paris-La-Villette; Marne-la-Vallée; y Versailles. Las otras catorce ENSA se encuentran en importantes ciudades y aglomeraciones: Bordeaux; Rennes; Clermont Ferrand; Grenoble; Lille; Lyon; Marseille; Montpellier; Nancy; Nantes; Rouen; Saint-Étienne; Strasbourg; y Toulouse.
- 7 Junto con otros especialistas como Jean-Michel Leniaud, Jean-Pierre Épron, Philippe Boudon, Jean-Pierre Péneau, Luc Noppen, Klaus Jan Philipp, Peter Blundell Jones, Antoine Prost, Rebecca Rogers.

Figura 1. Primera página del programa del coloquio inaugural realizado el 19 de febrero de 2016 en la CAPA



Fuente: archivos del Programme HEnsA20.

Tal y como lo señaló Guy Ansellem, presidente de la CAPA, al abrir el coloquio inaugural, la primera de las dualidades que caracteriza al sistema de educación superior francés proviene de la coexistencia en el seno de la educación pública, a partir de dos polos: las *universités* y las *grandes écoles*⁸. Las universidades, llamadas a poner en marcha la masificación de los estudios de educación superior, han sido objeto de numerosas reformas, mientras que las grandes escuelas (de ingenierías o de ciencias políticas) representan una forma de elitismo social y político que ha sabido subsistir dentro de una relativa estabilidad durante su existencia. A esta

dualidad fundadora se suman otras de diferente naturaleza, que conciernen específicamente a la enseñanza de la arquitectura, y que condicionan todo proyecto historiográfico: aquella que opone las bellas artes y la construcción es quizás la más importante (Ansellem, 2018).

El presente artículo propone al lector hispanófono una mirada panorámica que le permita comprender tanto los antecedentes y el contexto institucional en el cual se ha desarrollado el programa HEnsA20 como también algunas de las dinámicas y aperturas que han emanado desde su puesta en marcha.

⁸ Las universidades y las grandes escuelas.

METODOLOGÍA

Si bien, los trabajos históricos sobre la enseñanza de la arquitectura en Francia publicados durante el último cuarto del siglo XX abordaron prioritariamente el caso de la *École nationale supérieure des beaux-arts (ENSBA)*⁹, relegaron en cambio la rica historia de otras instituciones de este “aparato francés de enseñanza de la arquitectura”¹⁰, como lo denomina Ansellem (2018, pp. 7).

Apoyándose en el bagaje existente y trabajando de manera conjunta con las instituciones implicadas en este relato, el proyecto HEnSA20 se propuso generar un espacio para el desarrollo y la divulgación de investigaciones, según unos objetivos y lineamientos concretos:

- *La conservación y la constitución de archivos*, recuperando y organizando aquellas fuentes que resultan fundamentales para la elaboración de una *Guide des sources d'archives de l'histoire de l'enseignement*.
- *La formulación y el desarrollo de nuevas pistas de reflexión*, organizando regularmente una serie de seminarios temáticos abiertos a la

comunidad de investigadores interesados en ello.

- *La construcción y consolidación de una red nacional e internacional de investigadores*, contribuyendo activamente a la renovación de una historiografía existente, particularmente limitada e incompleta.

Para desarrollar el presente trabajo de contextualización y de síntesis nos hemos apoyado en tres tipos de fuentes: 1) la historiografía de la enseñanza de la arquitectura en Francia (publicaciones, tesis doctorales, artículos en revistas indexadas); 2) las publicaciones producidas en el marco del proyecto HEnSA20 (una publicación semestral, una enciclopedia), y 3) los proyectos recientes que han sido desarrollados por instituciones francesas.

En la tabla 1 se presentan algunas de las principales fechas que configuran este relato moldeado por continuidades y rupturas que definieron procesos de democratización, de descentralización y de profesionalización.

Tabla 1. Principales acontecimientos ligados a la enseñanza de la arquitectura en Francia desde principios del siglo XX

1903	Creación de las primeras ERA (escuelas regionales de arquitectura, por sus siglas en francés)
1940	Creación del <i>Ordre des architectes</i> ; reorganización de la enseñanza otorgando un monopolio a la ENSBA, en detrimento del papel desempeñado hasta entonces por las <i>écoles d'ingénieurs</i> y las <i>écoles d'art décoratifs</i>
1968	Desaparición de la sección de Arquitectura de la ENSBA; creación de las <i>unités pédagogiques d'architecture (UPA)</i> , que darían origen más tarde a algunas de las actuales ENSA
1977	Promulgación de la <i>Loi sur l'architecture</i>
1984	Con la reforma “Duport”, las UPA se rebautizaron en adelante como <i>écoles d'architecture</i>
2005	Cada una de las <i>écoles d'architecture</i> pasa a ser una ENSA
2013	<i>Loi “Fioraso”</i> : con la expedición de esta ley, las 20 ENSA adquieren la potestad de coordinar sus respectivos proyectos pedagógicos y científicos, con el ministerio encargado de la educación superior y la investigación
2018	Última reforma oficial a las ENSA

Fuente: adaptado de Châtelet et al. (2022), Diener (2022) y Garric (2014).

⁹ La ENSBA se erigió como la institución por excelencia en la materia. Heredera de la *l'Académie royale de peinture et de sculpture* y de la *Académie royale d'architecture*, instituciones creadas durante el reinado de Luis XIV, la ENSBA reunió estas tres artes desde su creación en 1807 hasta 1968, año en el cual se suprimió la sección de arquitectura. Entre los estudios recientes sobre los orígenes, véase especialmente: Rosteau-Chambon, H. (2016). *L'enseignement à l'Académie royale d'architecture*. Presses Universitaires de Rennes.

¹⁰ En Francia, desde principios del siglo XIX, fue posible formarse en el seno de escuelas especializadas, incluidas algunas *écoles d'ingénieurs* (la *École polytechnique*, la *École nationale des ponts et chaussées*, la *École spéciale des travaux publics*, la *École centrale des arts et manufactures*, etc.) y algunas otras instituciones que implementaron progresivamente programas en arquitectura o construcción (la *École nationale supérieure des arts décoratifs*, el *Conservatoire nationale des arts et métiers*, etc.). Este panorama se extendió comenzando el siglo XX con la creación de las primeras ERA.

RESULTADOS

A continuación, se presentan algunos de los hitos que desde los años setenta, tras la desaparición de la sección de arquitectura de la ENSBA¹¹, legitimaron la enseñanza de la arquitectura en Francia como un objeto de estudio.

La mirada anglosajona al caso francés: la exposición “The Architecture of the École des Beaux-Arts” como detonante

La ENSBA formó a pintores, escultores y arquitectos entrenándolos dentro de una misma dinámica que implicaba su participación regular en diversos concursos académicos. La consagración la constituía el prestigioso *Grand prix de Rome*¹², piedra angular de la formación y que establecía —al menos en el imaginario colectivo— una jerarquía entre los arquitectos. Los estudiantes de la ENSBA compartían una misma formación en los mismos espacios, así como rituales y fiestas. Sin embargo, los estudiantes de arquitectura dominaban la escena: en el curso 1890-1891 eran 606, mientras los estudiantes de pintura, 273 y los de escultura, apenas 154. Treinta años más tarde, la diferencia se había ampliado significativamente, llegando a 1265 estudiantes en la sección de Arquitectura frente a 118 pintores y 112 escultores (Châtelet, 2022). La excelente reputación de esta formación franqueó los límites de la capital francesa y de las fronteras nacionales, atrayendo así a jóvenes de otras regiones francesas y a extranjeros provenientes de más allá de los Urales y de la otra orilla del Atlántico¹³.

La exposición *The Architecture of The École des Beaux-Arts* que tuvo lugar en 1975 en el MoMA de Nueva York bajo la dirección de Arthur Drexler¹⁴ fue seguida en 1977 por la publicación del imponente volumen homónimo, compuesto por cuatro extensos ensayos —profusamente ilustrados— escritos respectivamente por

Arthur Drexler¹⁵, Richard Chafee¹⁶, Neil Levine¹⁷, y David Van Zanten¹⁸ (Drexler, 1977). Dedicados al estudio del dibujo arquitectónico en la ENSBA, la exposición y la publicación de estos ensayos marcan un punto de inflexión para la historiografía de la enseñanza de la arquitectura en los siglos XIX y XX.

Paradójicamente, en aquellos años se hizo evidente en el medio francés un rechazo a todo aquello que estuviera relacionado con la tradición beaux-arts. Middleton y Van Zanten tomaron el dibujo producido en la ENSBA como principal material para analizar el tipo de enseñanza impartida en la institución, y a partir de esto postularon la hipótesis de la existencia de un “sistema *beaux-arts*” para la arquitectura. Según Arthur Drexler, el triunfo de la arquitectura moderna es inseparable de las ideas encarnadas en la enseñanza y en la práctica de la Bauhaus alemana, que sirvió a la postre para sustituir el modelo educativo francés moldeado durante más de doscientos años (Drexler, 1977).

El catálogo sirvió para expandir el debate en múltiples direcciones, entre ellas, las que giraban en torno a las razones por las cuales una exposición de estas características tuvo que ser propuesta por primera vez en otras latitudes. Tal y como lo señala Jean-Philippe Garric, a pesar de la simpatía con la cual contaba aún la arquitectura de la ENSBA entre algunos jóvenes arquitectos y docentes franceses que por entonces intentaban reorganizar las nuevas escuelas de arquitectura —surgidas tras la disolución de la sección de Arquitectura de la ENSBA—, una exposición que abordara tal cuestión en el medio parisino a mediados de los años setenta resultaba absolutamente inconcebible. La desaparición de la prestigiosa sección de arquitectura no había sido totalmente asimilada como para poder abordar

¹¹ Sobre la disolución definitiva de la sección de arquitectura y la reorganización de su enseñanza, véase el informe y el decreto emitidos el 6 de diciembre de 1968 (*Journal officiel de la République française*, 7 décembre 1968), bajo el título “Rapport et décret portant organisation provisoire de l'enseignement de l'architecture”, y firmados por Charles de Gaulle (presidente de la República), Maurice Couve de Murville (primer ministro) y André Malraux (ministro de asuntos culturales). En: Poirrier, P. (Ed.). (2002). *Les politiques culturelles en France*. La documentation Française.

¹² Gran premio de Roma o simplemente Gran premio, denominado así porque le permitía al ganador obtener una estancia de estudios en la Villa Médicis en Roma por un periodo de tres a cinco años con todos los gastos cubiertos por el gobierno francés. Los laureados —en principio uno por año— aseguraban a su regreso a Francia una prestigiosa carrera como arquitectos del Estado, de modo que constituyeron una verdadera élite profesional.

¹³ Los más numerosos fueron los estudiantes estadounidenses, que se contaban por centenares: el primero de ellos fue Richard Morris Hunt (1827-1895).

¹⁴ Algunas fotografías de esta exposición pueden verse en: <https://www.moma.org/calendar/exhibitions/2483>

¹⁵ “Engineer’s architecture: truth and its consequences” (pp. 13-59).

¹⁶ “The teaching of architecture at the Ecole des Beaux-Arts” (pp. 61-109).

¹⁷ “Architectural composition at the Ecole des Beaux-Arts from Charles Percier to Charles Garnier” (pp. 111-323).

¹⁸ “The Romantic idea of architectural legibility: Henri Labrousse and the Neo-grec” (pp. 325-416).

serenamente el tema, mientras que, en los Estados Unidos, detrás de un febril entusiasmo posmoderno, el interés por ello se apoyaba en la obstinada presencia de un pasado que la modernidad no había repelido sino apenas en parte (Garric, 2014).

Lo cierto es que, para adentrarse en la comprensión de este fenómeno, resulta imprescindible la lectura de autores como Robin Middleton (1931-), David Van Zanten (1943-) y Barry Bergdoll (1955-), además de investigaciones más recientes sobre el influjo beaux-arts en los orígenes de las escuelas estadounidenses en textos como los recogidos por Joan Ockman en *Architecture School. Three Centuries of Educating Architects in North America*¹⁹.

La puesta en escena del CORDA y el SRA: ¿investigar para enseñar?

En la introducción al número de *Cahiers de la recherche architecturale* publicado en octubre de 1983, dedicado enteramente a la investigación en arquitectura, Francis Chassel llamaba la atención sobre el viraje impuesto con la creación en 1972 del Comité de la recherche et du développement en architecture (CORDA) y el Secrétariat de la recherche architecturale (SRA), como consecuencia directa del cataclismo que supuso la disolución del sistema beauxartiano. Estas dos estructuras evolucionaron dando origen al actual Bureau de la recherche architecturale, urbaine et paysagère (BRAUP) (Fauquet, 2021). Según Chassel (1983), primer director del SRA²⁰, la enseñanza impartida en la ENSBA carecía por completo de una dimensión crítica, totalmente encerrada sobre sí misma y cerrada a las disciplinas universitarias (particularmente a las ciencias humanas y sociales). En los años previos a su desaparición, la sección de arquitectura de la ENSBA no conservaba el potente andamiaje doctrinal propio de sus épocas doradas y la enseñanza de la teoría no tenía el brillo que antaño había sido reconocido internacionalmente. En tales circunstancias, resultaba comprensible que se impusiera el modelo pedagógico universitario apoyado en una legitimación de la investigación como principal motor de la renovación del conocimiento, a pesar de la firme intención de un número significativo de profesores por revitalizar la prestigiosa —aunque adormecida— tradición beauxartiana (Chassel, 1983).

Bajo la tutela de Jacques Duhamel (1924-1977), ministro de asuntos culturales entre 1971 y 1973 (durante el mandato de Georges Pompidou), se sentaron las bases de una política pública de investigación en arquitectura que favoreció la constitución de una comunidad científica pluridisciplinar, apoyada con un presupuesto específico. Entre las causas principales del nacimiento de la investigación en arquitectura en Francia, tal y como la conocemos hoy en día, Eric Lengereau señala la demanda creciente en aquel momento no solo de un contenido técnico sino también de una dimensión intelectual acorde con los tiempos (Lengereau, 2018).

De acuerdo con Lengereau, que ejerció como director de la BRAUP entre 2000 y 2009, la revuelta del Mayo del 68 de los estudiantes de arquitectura tanto en la ENSBA como en las escuelas regionales surgió de una verdadera toma de conciencia colectiva alimentada por una sed de elaboración de nuevos conocimientos. Dicho impulso tomó la forma de un gusto por la importación de la producción intelectual que circulaba en el extranjero, proveniente mayoritariamente de los Estados Unidos (Maniaque, 2014) y de Italia (Cohen, 2015). Aun así, se trataba principalmente de poner en marcha una dinámica de producción francesa y de construir un entorno de investigación y una comunidad de investigadores que hasta entonces simplemente no existía. Algunos pioneros tomaron *el toro por los cuernos* y se lanzaron en solitario a dicha aventura, en tanto que otros se encargaron de reunir equipos pluridisciplinarios. De allí surgieron, individual y colectivamente, los primeros artículos y libros sobre investigación arquitectónica publicados en los años setenta (Lengereau, 2018).

Si bien los trabajos sobre enseñanza de la arquitectura representaron un porcentaje relativamente minoritario dentro del universo de investigaciones promovidas por el CORDA, constituyeron el punto de partida de publicaciones emblemáticas —a menudo obras colectivas— entre los años 1980 y 1990, con autores como Jean-Pierre Épron (1929-2002) y Jean-Louis Cohen, director del CORDA entre 1979 y 1982. En la tabla 2 se enumeran algunos de los trabajos que abordaron directamente la historia de la enseñanza, si bien existen muchos otros que en el marco del CORDA tocaron de manera parcial —en algún capítulo entero, por ejemplo— aspectos vinculados a esta problemática.

¹⁹ Esta obra colectiva dirigida por Ockman fue publicada con motivo del centenario de la Association of Collegiate Schools of Architecture, creada en 1912. Véase especialmente: "The Battle between Polytechnic and Beaux-Arts in the American University" de Michael J. Lewis (pp. 66-89) y "Challenges to Beaux-Arts Dominance" de Anthony Alofsin (pp. 90-119).

²⁰ Desde 1974 el BRAUP ha tenido doce directores; Corinne Tiry-Ono es quien actualmente ocupa el cargo.

Tabla 2. Principales investigaciones del CORDA sobre enseñanza de la arquitectura

N.º	Año	Título	Autores
1	1974	<i>Cursus de formation et profils d'architectes dans l'Europe des neufs</i>	Ch. Gaillard, Ph. Nick, R. Pierrot, A. Tirant
2	1974	<i>Essai sur la formation d'un savoir technique. Le cours de construction</i>	J. P. Epron, D. Gross, J. M. Simon
3	1976	<i>L'évolution de la profession d'architecte : enquête statistique auprès des diplômés des écoles d'architecture</i>	B. Lamy, M. Robirosa
4	1976	<i>Enseigner l'architecture, l'architecture en projet</i>	J. P. Epron, F. Gardinier, D. Gross, M. A. Sichère
5	1977	<i>La Formation architecturale en France au XVIIIe siècle</i>	C. Cohen, L. Pelpel, M. P. Perdrizet
6	1980	<i>La Formation architecturale au XVIIIe siècle en France</i>	C. Cohen, L. Pelpel, M. P. Perdrizet

Fuente: adaptado de Chassel (1983).

En 1977 apareció el primer número de la publicación periódica creada por el SRA. A través de esta, dichas investigaciones pioneras y otros debates de actualidad fueron llevados a un lectorado francófono especializado: se trataba de los “Cahiers de la recherche architecturale”²¹, que modificaron su nombre en 1999 por “Cahiers de la recherche architecturale et urbaine”²², para convertirse en 2018 en “Cahiers de la recherche architecturale et urbaine et paysagère”²³ (Grandvoinet, 2018).

En 1982 se suprime el CORDA, y el SRA es reemplazado por el Bureau de la recherche architecturale (BRA) que lanza el primer programa plurianual cuyo principal objetivo es reforzar los equipos de investigación existentes en las *écoles d'architecture*, todo lo cual tomó como modelo las estructuras del Centre national de la recherche scientifique (CNRS). Es así como en 1985 se incluyó la arquitectura en la recién creada sección interdisciplinaria 49 del CNRS denominada “Architecture, urbanisme et société”, que pasa a ser en 1991 la sección 39 “Espaces, territoires et sociétés” (Fauquet, 2021).

Un aparato de búsqueda sobre los estudiantes de arquitectura de la ENSBA

En 2004, el Institut national d'histoire de l'art (INHA) acogió el proyecto de Marie-Laure Crosnier

Leconte: un diccionario con la información básica sobre los estudiantes inscritos desde 1800 hasta 1968 en la sección de arquitectura de la ENSBA. Concebido por Crosnier Leconte durante su gestión entre 1981 y 2004 a cargo de la documentación sobre arquitectura en el Musée d'Orsay, el proyecto se concretó gracias a la continuidad encontrada en el seno del INHA, bajo la tutela de cuatro asesores científicos: Alice Thomine-Berrada entre 2001 y 2007, Jean-Philippe Garric entre 2007 y 2013, Christine Mengin entre 2013 y 2015, y Arnaud Timbert entre 2015 y 2017.

Consultable en el portal AGORHA²⁴ y alimentado regularmente con nueva información aportada por investigadores que preparan tesis doctorales o adelantan investigaciones sobre temas afines, la base documental en línea denominada *Dictionnaire des élèves architectes de l'École des Beaux-Arts*²⁵ constituye la principal herramienta para establecer la información básica sobre 18140 estudiantes inscritos en la sección de Arquitectura (tanto los diplomados como los no diplomados) a lo largo de diecisiete décadas. En abril de 2016 se hizo la presentación oficial en el marco de la jornada de estudios “*Construire l'histoire des architectes: autour du Dictionnaire des élèves architectes de l'École des beaux-arts (1800-1968)*” (figura 2).

²¹ Primera serie compuesta por 43 números.

²² Segunda serie compuesta por 31 números.

²³ Tercera serie compuesta hasta octubre de 2022 por 13 números, disponibles únicamente en línea. Véase: <https://journals.openedition.org/craup/> Desde 2006, CRAUP es una revista científica con comité de lectura avalada por la Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (AERES) en el área geografía, planeación, urbanismo y arquitectura.

²⁴ AGORHA (Accès global et organisé aux ressources en histoire de l'art) (Acceso global y organizado a fuentes para la historia del arte). Reúne 32 bases documentales especializadas tanto en historia del arte y de la arquitectura como en arqueología. Véase: <https://agorha.inha.fr/>

²⁵ Véase: <https://agorha.inha.fr/ark:/54721/7>

Figura 2. Primera página del programa de la Journée d'études celebrada el 13 de abril de 2016 en el INHA, para festejar la puesta en línea definitiva del Dictionnaire des élèves architectes de l'École des Beaux-Arts

Journée d'études

Construire l'histoire des architectes : autour du Dictionnaire des élèves architectes de l'École des beaux-arts (1800-1968)



Atelier Pascal, Recoura et Nénot, 20, rue Mazarine : la charrette du diplôme de Maxime Belmont, 1927, avec l'aimable autorisation de la famille de Guy Morizet (1908-1993)

13 AVRIL 2016

Auditorium
Institut national d'histoire de l'art

Institut
national
d'histoire
de l'art



Fuente: archivo personal del autor.

Estudiar la pedagogía y sus espacios

El estudio de la historia de la enseñanza de la arquitectura requiere el estudio de los espacios en los cuales esta se desarrolla. Si los métodos y las prácticas pedagógicas definieron el legado beauxartiano, no fue menos importante la configuración de los espacios en los cuales tenía lugar la formación de los futuros arquitectos. Como lo señalan Guy Lambert y Eléonore Marantz, las clases magistrales en anfiteatro, el aprendizaje del proyecto en el atelier y la práctica del dibujo en los salones ilustran la conexión entre los modelos pedagógicos, las disposiciones espaciales y la organización material que, en últimas, define las relaciones entre estudiantes y profesores, así como entre los propios estudiantes al interior de una escuela de arquitectura (Lambert & Thibault, 2012). El curso, el ejercicio o el aprendizaje práctico definen *el lugar de producción del saber*. Al abordarlas como instituciones y lugares de formación y de creación, las escuelas de arquitectura contribuyen a esclarecer la historia de la enseñanza de la arquitectura y, también, de manera aún más específica, de la historia de la propia disciplina (Lambert & Marantz, 2018). En el caso francés, los sucesos de Mayo del 68 produjeron una revolución, lo que provocó un nuevo programa arquitectónico que dio lugar a diversas arquitecturas para las sedes de las nuevas *unités pédagogiques d'architecture* (UPA), que más tarde pasaron a ser las ENSA²⁶.

En esta dirección, es necesario mencionar tres estudios publicados entre 2009 y 2014. En el primero de ellos, una obra colectiva coordinada por Dominique Amouroux (2009), se reconstruyen episodios y procesos que en su conjunto constituyen una completa historia sociocultural

de la ENSA Nantes. El volumen ampliamente ilustrado incluye textos de investigadores como Daniel Le Couédic, Florence Contenay, Gilles Bienvenu, y Jean-Louis Violeau, así como entrevistas a personajes como Georges Évano, Jean-Louis Cohen, Michaël Darin, Anne Lacaton y Jean-Philippe Vassal. Se publicó en el momento en el que se celebraba el 40.º aniversario de la *école* y se efectuaba su traslado²⁷ hacia la nueva sede en la Île de Nantes, un edificio concebido por Anne Lacaton y Jean-Philippe Vassal²⁸, laureados en 2021 con el Premio Pritzker.

El segundo trabajo, *Des Beaux-Arts à l'Université. Enseigner l'architecture à Strasbourg* (figura 3 y figura 4), dirigido por Anne-Marie Châtelet y Franck Storne (2013), incluye en sus dos volúmenes los textos de una veintena de investigadores que tratan la historia de la ENSA Strasbourg desde sus orígenes como ERA en 1921 hasta el cambio de siglo. Esta publicación aparece en un momento muy significativo para la institución: la inauguración de la nueva sede de la ENSA Strasbourg, un edificio concebido por el ingeniero y arquitecto Marc Mimram²⁹, financiado con fondos del Ministère de la Culture et de la Communication y de los gobiernos de la ciudad de Strasbourg y de la región de Alsace. Entre los temas novedosos abordados sobresale la mirada a la lenta conquista que tuvieron las mujeres para acceder a una formación eminentemente destinada a los hombres³⁰, lo cual se comprueba fácilmente con las estadísticas sobre la presencia de las jóvenes estudiantes en la ENSA Strasbourg: únicamente aparecen cuatro diplomadas entre los años 1920 y 1968, siendo la primera de ellas Yvonne Dupuy en 1927 (Diener, 2013).

²⁶ Véase también: Klein, R. (2006). L'architecture des écoles d'architecture: De la culture de l'enseignement à la singularité de l'équipement. *Architecture des écoles d'architecture*, Número especial, 20-27.

²⁷ La antigua sede fue construida entre 1973 y 1974 en la zona de La Mulotière por los arquitectos Georges Evano y Jean-Luc Pellerin.

²⁸ Sobre el proyecto construido, véase: <https://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=55>

²⁹ Sobre el proyecto construido, véase: <https://www.mimram.com/?project=ecole-nationale-superieure-darchitecture>

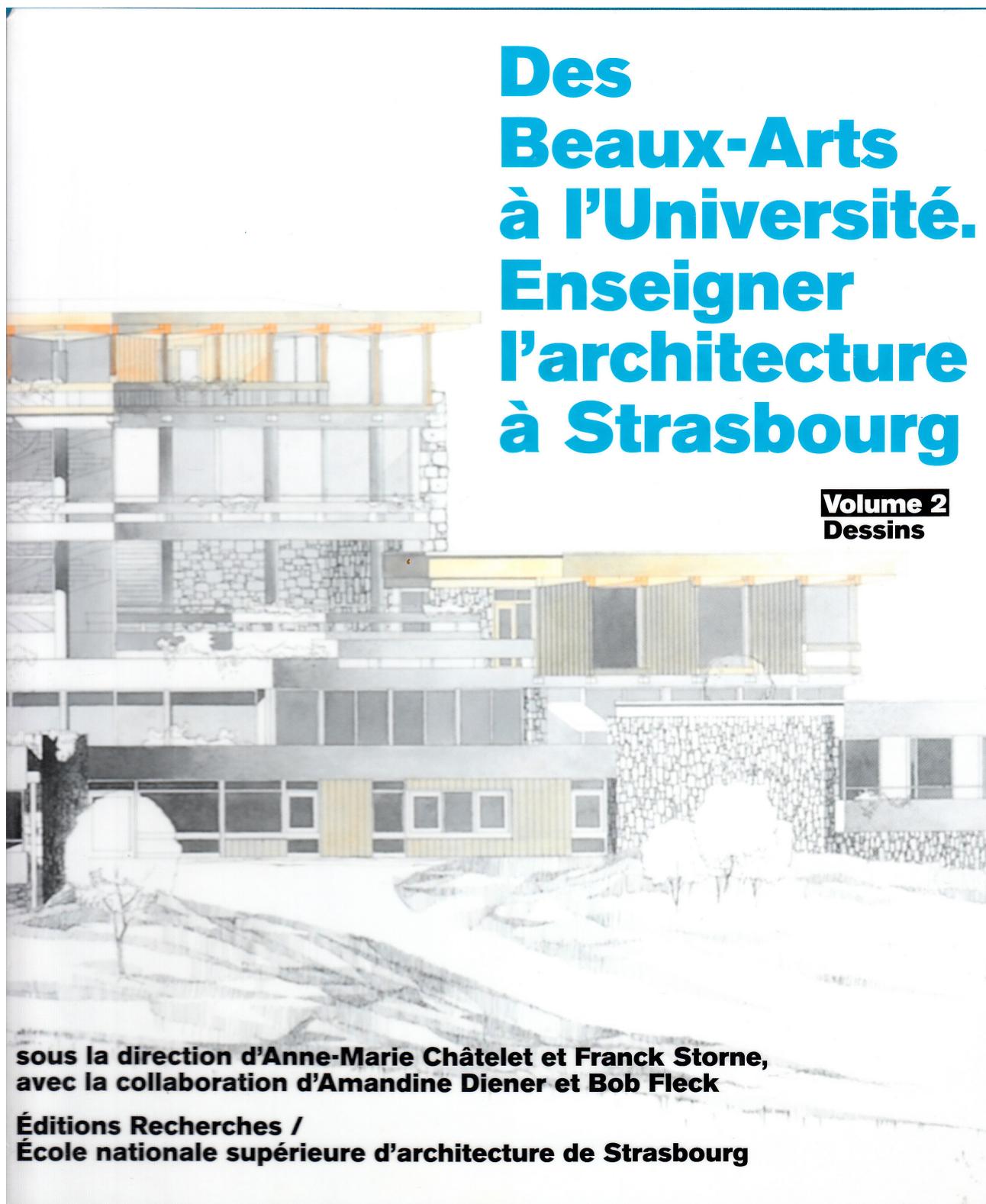
³⁰ La primera mujer en obtener el diploma en la ENSBA fue la estadounidense Julia Morgan, en 1898; y la primera estudiante francesa diplomada fue Jeanne Surugue, en la ENSBA, en 1924.

Figura 3. Portada del volumen 1 de la obra colectiva dirigida por Châtelet & Storne sobre la historia de la enseñanza de la arquitectura en Strasbourg



Fuente: Châtelet & Storne (2013).

Figura 4. Portada de volumen 2 de la obra colectiva dirigida por Châtelet y Storne sobre la historia de la enseñanza de la arquitectura en Strasbourg



Fuente: Châtelet & Storne (2013).

La tercera publicación, dirigida por Alain Derey (2014), recoge la historia de la ENSA Marne-La-Vallée construida entre 1998 y 1999 en el Campus Descartes³¹ en la *ville nouvelle*

de Marne-la-Vallée, al oriente de París. Esta ENSA tiene una característica muy particular: por cuestiones presupuestales, solamente se terminó la mitad occidental del proyecto original

³¹ El Campus Descartes, también conocido como *Campus de Marne-La-Vallée*, reúne las instalaciones de instituciones como la Université Gustave-Eiffel, la École d'Urbanisme de Paris, la École nationale des Ponts et chaussées, la École nationale des sciences géographiques y la École supérieure d'ingénieurs en électrotechnique et électronique de Paris.

concebido por Bernard Tschumi³². Además de una rica documentación gráfica, esta publicación reúne entrevistas a personajes que han marcado la enseñanza en la institución, como Yves Lion, primer director de la escuela, junto con el testimonio del propio Tschumi.

La conmemoración del cincuentenario del Mayo del 68

Con motivo de la conmemoración y las reflexiones por el medio siglo transcurrido desde los sucesos de mayo de 1968, las investigaciones, exposiciones, publicaciones y tesis doctorales dedicadas a este suceso mayor pasaron a un

primer plano dentro del panorama académico francés. En el caso de la arquitectura, sobresalió la exposición “Mai 68. L’architecture aussi !”, presentada en 2018 en la Cité de l’Architecture et du Patrimoine³³, concebida por un equipo de tres curadores: Caroline Maniaque, Eléonore Marantz, y Jean-Louis Violeau (figura 5). De esta muestra y de los eventos organizados como complemento³⁴, surgieron cuatro publicaciones colectivas que dan cuenta de dos temas principales: las revoluciones que condujeron a diversas transformaciones en la enseñanza de la disciplina³⁵ y las arquitecturas producidas para albergar las nuevas UP de arquitectura surgidas en 1968.

Figura 5. Afiche de la exposición “Mai 68, l’architecture aussi !” presentada entre mayo y septiembre de 2018 en la Cité de l’architecture et du patrimoine, con motivo del cincuentenario de los acontecimientos del Mayo del 68



Fuente: archivo personal del autor.

- ³² En el momento en que se realiza el concurso, Tschumi era decano de la Graduate School of Architecture, Planning and Preservation de la Columbia University en Nueva York (en ese cargo desde 1988 hasta 2003).
- ³³ Véase: <https://www.citedelarchitecture.fr/fr/exposition/mai-68-larchitecture-aussi>
- ³⁴ Sobre los procesos de reforma y las múltiples esferas de la enseñanza y la profesión que se vieron alteradas por los vientos de cambio, véase especialmente: Violeau, J.-L. (2005). *Les architectes et Mai 68*. Recherches.
- ³⁵ Sobre esta exposición y su contexto de producción y posterior difusión, véase: Ávila-Gómez, A. (2019). Una mirada a la exposición Mai 68. L’architecture aussi ! y su contexto. *Bitácora Arquitectura*, 41, 96-103. <https://www.revistas.unam.mx/index.php/bitacora/article/view/70669>

Considerados como el epicentro histórico de aquel momento de la historia reciente, los acontecimientos del Mayo del 68 en Francia fueron abordados por los curadores como una realidad más compleja y generosa que se manifestó también en otras latitudes a lo largo de las décadas del sesenta y el setenta (Bullock, 2020; Marantz & Violeau, 2020; Violeau, 2018).

Debarre y Maniaque subrayan algunos de los hechos que evidencian el fenómeno que se extendió en los años 1960 y transformó la enseñanza de la arquitectura y el papel del arquitecto en la sociedad. En efecto, en el Mayo del 68 francés se inscribe en una dinámica más amplia, tanto desde el punto de vista temporal —yendo desde la posguerra hasta los años setenta— como geográficamente —impacto en instituciones en todos los continentes—. En el ámbito de la arquitectura, los intercambios internacionales se potencian: los arquitectos, los libros y las ideas circularon con mayor facilidad, lo que originó dinámicas que promueven el debate sobre la enseñanza. No es una casualidad que el congreso de la Unión Internacional de Arquitectos (UIA) celebrado en París en 1965 se haya centrado en la formación del arquitecto, llamado desde ahora a cambiar de escala para construir “las formas del conjunto de la sociedad, de todo el espacio urbano, de todo el espacio del territorio” en el marco de un trabajo conjunto que se aprende en las escuelas de arquitectura³⁶, y que, en Zúrich, una reunión de expertos organizada por la UNESCO abordara igualmente el tema de la formación de los arquitectos (Debarre & Maniaque, 2020, p. 13).

Además del catálogo homónimo de la exposición “Mai 68. L’architecture aussi !” (Maniaque et al., 2018), han sido publicadas otras tres obras colectivas: *Les années 68 et la formation des architectes* (Maniaque, 2018); *Architectures manifestes: Les écoles d’architecture en France depuis 1950* (Lambert & Marantz, 2018); y *Architecture 68: Panorama international des nouveaux pédagogues* (Debarre et al., 2020). Igualmente, desde 2020, una versión itinerante de la exposición circula en las ENSA francesas³⁷ y está previsto llevarla en 2024, con una versión en español, a varias facultades de arquitectura latinoamericanas.

Tesis doctorales en historia de la arquitectura

Especialmente durante las últimas dos décadas las tesis doctorales sobre temas centrados en historia de la arquitectura se han multiplicado, al punto de constituir hoy en día una de las principales fuentes de otros nuevos temas y de nuevas miradas a algunos ya abordados con anterioridad. La complejidad y la riqueza de buena parte de las tesis doctorales alimentan también las reflexiones sobre la enseñanza de la arquitectura. Este panorama ha sido analizado por Jean-Pierre Chupin³⁸, quien resalta que, hasta mediados de los años noventa, la ausencia de formaciones doctorales específicas en arquitectura en Francia³⁹ obligó a quienes aspiraban a continuar una carrera como investigadores o simplemente a cursar estudios universitarios avanzados a agazaparse en el caballo de Troya que podía ofrecer un grupo de disciplinas más apropiadas para tal fin: esto sucedió en facultades de historia del arte, de sociología, de filosofía y de antropología, y en aquellas de ciencias de la ingeniería que se ocupan de cuestiones relativas a la construcción, el entorno o la informatización (Chupin, 2018).

Desde los albores del siglo XXI, si bien las instituciones universitarias han observado las especificidades de la tesis de arquitectura, el desarrollo de una perspectiva doctoral para abordar las cuestiones arquitectónicas parece, sin embargo, correr el riesgo de perderse en medio de las confusiones generadas por el cruce de los nuevos desafíos profesionales y de los cambiantes objetivos disciplinares. Pasando por las reflexiones más o menos improvisadas sobre las prácticas proyectuales hasta las más abstractas intenciones de racionalización, el amplio espectro de objetivos de la tesis en arquitectura es considerado, por algunos, como el testimonio de los meandros de una improbable epistemología, y por otros, como una prueba en sí misma de la profundidad de campo que caracteriza la investigación en arquitectura (Chupin, 2018).

En dicho contexto, el HEnsA20 se convirtió en escenario privilegiado para que los jóvenes investigadores adscritos a programas doctorales pudieran comunicar y discutir dentro de la comunidad académica los resultados de sus

³⁶ Según informaba entonces Jean Fayeton, director de estudios de la sección de arquitectura de la ENSA de París.

³⁷ Hasta septiembre de 2023, la itinerancia ha pasado por las ENSA de Rouen, de Bordeaux, de Nantes, de Rennes, de Paris-Val de Seine y Nancy.

³⁸ Profesor en la Université de Montreal, director del Laboratoire d’étude de l’architecture potentielle (LEAP).

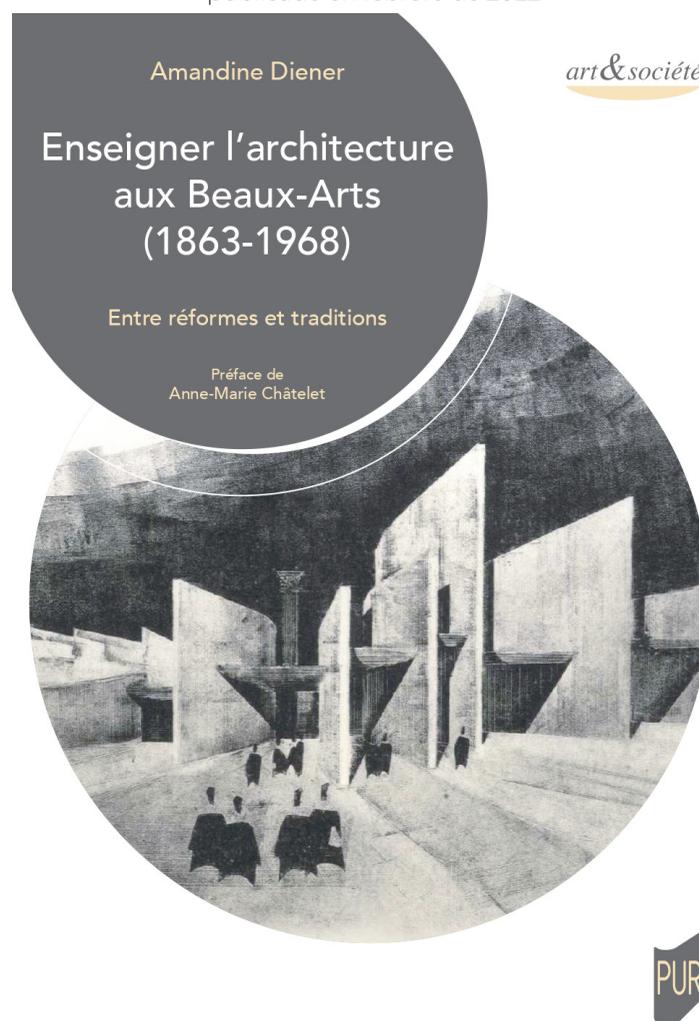
³⁹ Después de una larga gestación, el doctorado en arquitectura fue creado por Decreto del 10 de junio de 2005. Véase: <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFSCITA00000897310>

investigaciones, contribuyendo a la construcción de una historia global y posicionando al interior de esta su propia producción.

En el caso de los responsables científicos del HEnsA20, se destaca la labor de Anne-Marie Châtelet, quien ha dirigido y dirige investigaciones que se inscriben en esta línea⁴⁰, entre las cuales sobresale *L'enseignement de l'architecture à l'École des Beaux-Arts au XXe siècle : une lecture des règlements et de la pédagogie, 1863-1968*, por Amandine Diener (2017). En esta tesis, la autora estudia aspectos sobre la enseñanza de la teoría en la ENSBA durante un periodo que va desde la reforma institucional implementada en 1863 hasta la crisis de 1968⁴¹, lapso en el cual se vivió una relativa estabilidad descrita en buena parte en las antologías

dirigidas por Jean-Pierre Épron (1992a; 1992b; 1993). Diener devela procesos y fenómenos reproducidos en el seno de la ENSBA cuya comprensión abre nuevas perspectivas para estudiar aspectos aún desconocidos de otras instituciones tan importantes como la École Spéciale d'Architecture⁴², la École Spéciale des Travaux Publics⁴³ o el Institut d'Urbanisme de l'Université de Paris⁴⁴. El rigor y la calidad científica de este tipo de investigaciones doctorales han permitido que estas obtengan el apoyo de algunas instituciones públicas del sector cultural y el de una franja de la industria editorial especializada en la historia del arte y de sus instituciones: es así como la tesis de Diener ha sido publicada en el primer semestre de 2022 (Diener, 2022) (figura 6).

Figura 6. Portada del libro de Amandine Diener a partir de su tesis doctoral, publicado en febrero de 2022



Fuente: imagen suministrada por la autora, Anne-Marie Châtelet (2022).

- ⁴⁰ Además de ser doctora en Historia del arte, título obtenido en la Université de Strasbourg en 1991; Anne-Marie Châtelet obtuvo su HDR en la Université Paris IV en 2007. (*Habilitation à diriger des recherches* se trata del único título universitario que permite en Francia la dirección de tesis doctorales).
- ⁴¹ Ampliando y profundizando los principales estudios realizados por Arthur Drexler y Robin Middleton y, más tarde, por Jacques Lucan y Jean-Louis Violeau.
- ⁴² Véase: Seitz, F. (1995). *L'Ecole Spéciale d'Architecture, 1865 – 1930*. Picard.
- ⁴³ Véase: Guillaume A., & Vacher., H. (2017). *L'essor de l'Ecole Eyrolles au XXe siècle. Technologies, professions et territoires*. Classiques Garnier.
- ⁴⁴ Véase: Busquet, G., Carriou, C., & Coudroy de Lille, L. (2005). *Un ancien Institut... Une histoire de l'Institut d'urbanisme de Paris*. IUP.

Otros temas ligados, por ejemplo, a miradas desde la historia cultural nutren la reflexión actual producida en las escuelas doctorales. Podemos citar el caso más reciente: *Le bal des Quat'Z'Arts, 1892-1966. Quand la célébration de l'esprit d'atelier devient œuvre d'art*, por Isabelle Conte (2021)⁴⁵, un original estudio sobre el tradicional

desfile y baile anual de Quat'Z'Arts, celebrado en París por los estudiantes de la École des beaux-arts y que parte del imaginario colectivo de la institución y de la propia ciudad. Su publicación por la editorial Archives d'Architecture Moderne (AAM) está confirmada para noviembre de 2023 (figura 7).

Figura 7. Portada del libro de Isabelle Conte a partir de su tesis doctoral, publicado en el segundo semestre de 2023



Fuente: Imagen suministrada por la autora, Isabelle Conte (2023).

DISCUSIÓN

Principales objetivos y dinámicas del proyecto HEnsA20

Al iniciar el programa, Anne-Marie Châtelet sintetizaba así las expectativas y los objetivos:

Notre projet résultera de la réunion d'histoires singulières et d'études thématiques. Se mêle-

ront des monographies d'écoles et des essais sur des sujets aussi divers que les pratiques pédagogiques, les enjeux doctrinaux, la fonction sociale des écoles, les liens entre espace et pédagogie, la centralisation de l'enseignement, le diplôme et la profession, la féminisation de l'enseignement, les échanges avec l'étranger⁴⁶. (Châtelet, 2016)

⁴⁵ Bajo la dirección de Jean-Michel Leniaud, en la École Pratique des Hautes Études (EPHE).

⁴⁶ Nuestro proyecto será el resultado de integrar historias singulares y estudios temáticos, alimentado por las monografías sobre écoles d'architecture y por ensayos sobre temas tan diversos como las prácticas pedagógicas, las cuestiones doctrinales, la función social de las écoles d'architecture, las relaciones entre espacio y pedagogía, la centralización de la enseñanza, el diploma y la profesión, la feminización de la enseñanza, los intercambios con el extranjero [traducido por Andrés Ávila-Gómez].

Para ello, los investigadores que participaron de una u otra forma en el HEnsA20 tuvieron que navegar constantemente entre la erudición local —incluso personal— y la metodología académica. En definitiva, fue absolutamente necesario moverse entre todas las escalas de la historiografía, independientemente de las designaciones que les atribuyamos: se recurrió a la gran, a la pequeña, a la micro, e incluso como lo sugiere Marie-Jeanne Dumont, a la “nanohistoria” (Dumont, 2016).

Fue así como entre 2016 y 2021 las principales actividades públicas del HEnsA20 giraron en torno a una serie de eventos académicos que incluyeron: un coloquio internacional de apertura⁴⁷ (figura 8), nueve seminarios temáticos (figura 9 a 11) y un coloquio internacional de cierre para presentar un balance sobre el conjunto de investigaciones desarrolladas y las perspectivas que estas plantean⁴⁸.

Figura 8. Encuentro del comité científico durante el coloquio de apertura del programa HEnsA20, celebrado el 20 de febrero de 2016 en la ENSA Paris-Malaquais, ateliers de la rue Jacques-Callot

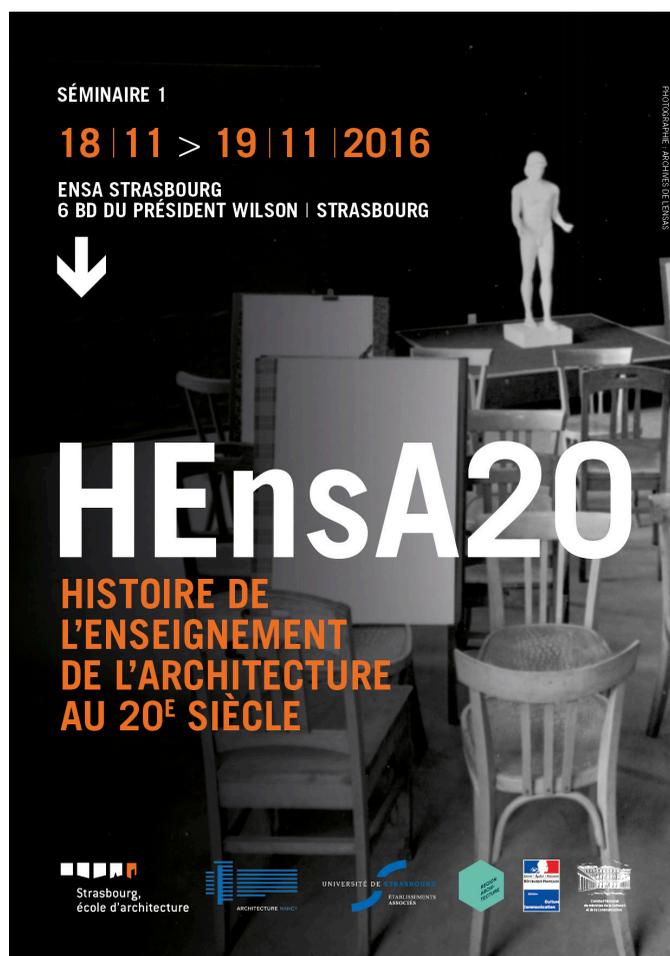


Fuente: Marie-Jeanne Dumont.

⁴⁷ Los conferencistas internacionales invitados en esta ocasión fueron: Joan Ockman (véase: <https://www.youtube.com/watch?v=l4K0qxjzW7I>), Klaus Jan Philipp y Kerstin Renz (véase: <https://www.youtube.com/watch?v=ymlRppVin7Y>). Las síntesis de las intervenciones de estas jornadas se encuentran disponibles en línea: <https://chmcc.hypotheses.org/3322>

⁴⁸ Los conferencistas internacionales invitados fueron: Francesco Dal Co, Beatriz Colomina y Akos Moravansky.

Figura 9. Afiche del seminario del HEnsA20 n.º 4



Fuente: archivos del Programme HEnsA20 (2018).

Figura 10. Afiche del seminario del HEnsA20 n.º 5



Fuente: archivos del Programme HEnsA20 (2018).

Figura 11. Afiche del seminario del HEnsA20 n.º 6



Fuente: archivos del Programme HEnsA20 (2019).

En el caso de los seminarios, se realizaron convocatorias temáticas abiertas que fueron ampliamente difundidas en las redes académicas europeas. En la tabla 3 se pueden apreciar las fechas y los temas centrales de cada evento, así como las instituciones que sirvieron

de sede para cada uno de ellos. Además, los dos coloquios y los nueve seminarios realizados en las ENSA dieron lugar a una publicación semestral titulada *Cahiers HEnsA20*, cuyas entregas reúnen los contenidos de las ponencias presentadas en tales encuentros (figuras 12 a 14).

Figura 12 Portadas de algunos *Cahiers HEnsA20* n.º 1



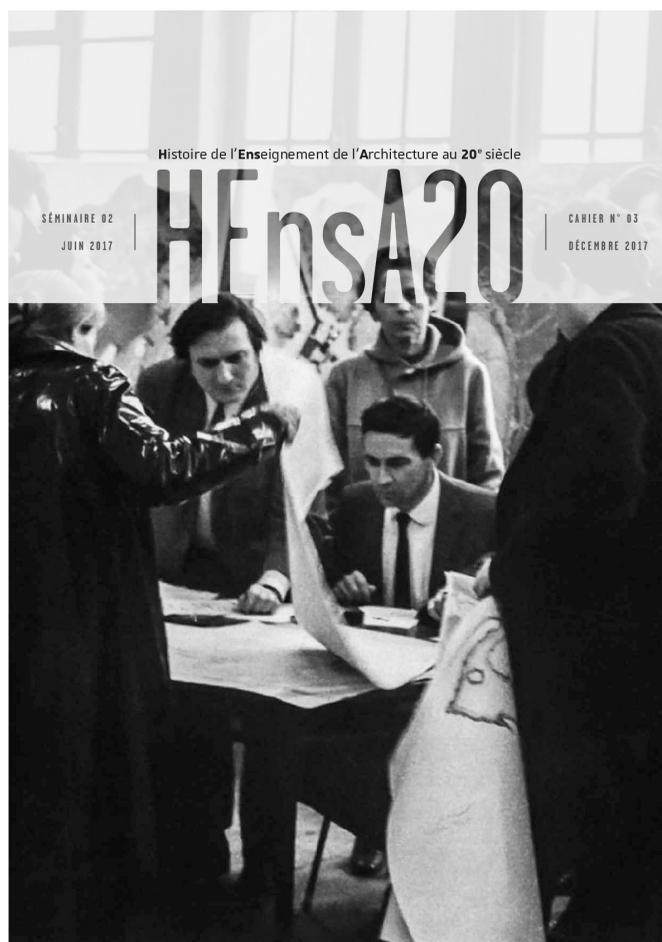
Fuente: archivos del Programme HEnsA20 (2016).

Figura 13. Portadas de algunos Cahiers HEnsA20 n.º 2



Fuente: archivos del Programme HEnsA20 (2016)

Figura 14. Portadas de algunos Cahiers HEnsA20 n.º 3



Fuente: archivos del Programme HEnsA20 (2017).

Tabla 3. Calendario y temáticas de los 11 eventos académicos del HEnsA20

Col.	Fecha	Tema	Lugar
01	2016-I	Coloquio internacional de apertura [Escribir la historia de la enseñanza de la arquitectura: ¿cuáles fuentes?, ¿cuáles desafíos?]	CAPA ENSA Paris-Malaquais
02	2016-II	Seminario n.º 1 [Estado del arte]	ENSA Strasbourg ENSA Nancy
03	2017-I	Seminario n.º 2 [Prácticas pedagógicas y escritos teóricos]	ENSAP Bordeaux ENSA Toulouse
04	2017-II	Seminario n.º 3 [Migraciones y mestizajes en Francia y el extranjero]	ENSA Rennes ENSA Nantes
05	2018-I	Seminario n.º 4 [Los lugares de enseñanza de la arquitectura]	ENSA Clermont-Ferrand ENSA Saint-Etienne
06	2018-II	Seminario n.º 5 [Políticas de enseñanza y de investigación]	ENSA Marseille ENSA Montpellier
07	2019-I	Seminario n.º 6 [Estudiantes, estudiantes, profesores: sociohistoria y figuras mayores]	ENSA Rouen
08	2019-II	Seminario n.º 7 [Enseñanza y profesión]	ENSA Paris-Val de Seine ENSA Paris-La Villette
09	2020-I	Seminario n.º 8 [Paris-provincia]	ENSA Lyon ENSA Grenoble
10	2020-II	Seminario n.º 9 [Monografías de escuelas, de ateliers y de unidades pedagógicas]	ENSAP Lille École d'archi. de Tournai
11	2021-I	Coloquio internacional de cierre	ENSA Paris-Belleville CAPA

Fuente: elaboración propia a partir de la información encontrada en la página web del proyecto y en los *Cahiers HEnsA20* (<https://chmcc.hypotheses.org/2544>).

Los contenidos de las ponencias presentadas en los seminarios HEnsA20 se inscriben fundamentalmente en la microhistoria de las instituciones y en la macrohistoria global de la enseñanza de la arquitectura. Los temas transversales enriquecieron igualmente las perspectivas y las pistas de investigación. Los siguientes fueron los más destacados:

- La introducción de la interdisciplinariedad en la enseñanza de la arquitectura
- La aparición de nuevas disciplinas y de oficios ligados al ejercicio de la profesión
- Las formas de transmisión de conocimientos y de savoir-faire
- La evolución de los dispositivos pedagógicos
- La circulación de profesores y de estudiantes en territorio francés y a nivel internacional
- Las transferencias y su impacto en la renovación de ideas, modelos, y contenidos
- La naturaleza y la configuración de los espacios para la enseñanza de la arquitectura

- Las trayectorias profesionales y la permeabilidad entre el mundo profesional y el mundo académico
- El rol de las publicaciones y la prensa especializada
- El impacto de las reformas institucionales

En términos generales, estos nuevos contenidos se apoyaron en metodologías, problemáticas y aperturas ya esbozadas en aquellos estudios y publicaciones que aparecieron desde los años setenta y que se convirtieron en referencias esenciales dentro de la historiografía respectiva. Si bien la mayor parte de aquellos estudios pioneros se ocuparon principalmente de los siglos XVIII y XIX⁴⁹, su legado sirvió como base para la investigación actual.

Entre los temas abordados, las transferencias culturales y la circulación de profesionales constituyen, sin duda, dos de los más llamativos para los investigadores y estudiantes hispanófonos. En el contexto actual de creciente interés por el estudio histórico de este tipo de transferencias, las investigaciones que involucran

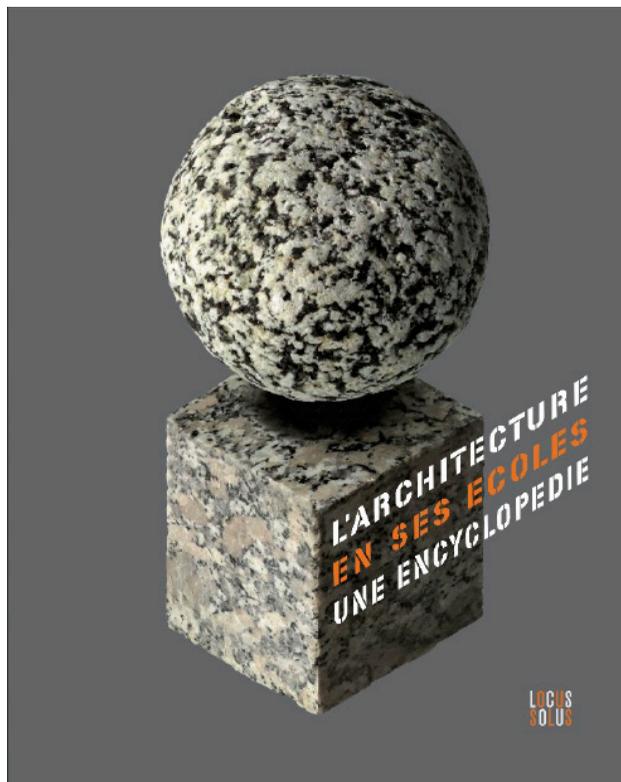
⁴⁹ Sobresalen autores como Jean-Marie Pérouse de Montclos, Pierre Pinon, Werner Szambien, Jean-Pierre Martinon.

personajes de origen latinoamericano se inscriben en una serie de estudios actualmente en curso acerca de la circulación de estudiantes y profesionales originarios de otras áreas geográficas. Basta recordar que desde el siglo XIX y durante tres cuartas partes del siglo XX el modelo beauxartiano fue exportado a varias regiones del planeta gracias a los estudiantes extranjeros que, tras su formación en la ENSBA, asumieron luego diversos roles de primer nivel en sus países de origen, tanto en lo concerniente a la producción construida como en la labor docente. Se encontraron, por ejemplo, las investigaciones de Carmen Popescu sobre los estudiantes rumanos en la ENSBA, las de Isabelle Gournay sobre estudiantes estadounidenses en la ENSBA, o las de Dave Lüthi sobre estudiantes suizos en la misma escuela (y en escuelas alemanas de arquitectura). Es así como en el marco del HEnsA20 se presentaron algunos trabajos, publicados posteriormente en los *Cahiers HEnsA20*⁵⁰, que abordaban aspectos sobre conexiones con países como el Reino Unido, Irán, la antigua Indochina francesa o, en el caso de las relaciones

Francia-América Latina, con países como Brasil⁵¹, Chile⁵² y Colombia⁵³. Por otra parte, los intercambios entre investigadores activos en Francia han aumentado sustancialmente gracias a los escenarios propiciados por el HEnsA20 y, con ello, se han concretado nuevas publicaciones⁵⁴ y proyectos.

El colofón de este proyecto ha tomado también una forma impresa: *L'architecture en ses écoles. Une encyclopédie de l'enseignement de l'architecture au XXe siècle*, compuesta por 341 entradas —ilustradas con cerca de 750 imágenes—, escritas por 147 colaboradores, entre quienes se encuentran profesores, investigadores y documentalistas de las ENSA, así como también de universidades y de otras instituciones culturales francesas y extranjeras (figura 15) (Châtelet et al., 2022). La lógica temática planteada inicialmente mantuvo el acento sobre ciertos temas transversales que le confieren a esta enciclopedia una estructura capaz de ofrecer a los lectores una aproximación histórica global en toda su dimensión pedagógica, profesional, territorial y política.

Figura 15. Portada de la enciclopedia *L'architecture en ses écoles. Une encyclopédie de l'enseignement de l'architecture au XXe siècle*



Fuente: Châtelet et al. (2022).

- ⁵⁰ Véase especialmente el n.º 3 que corresponde a la jornada de estudios titulada “Rayonnement des écoles et relations internationales”, celebrada en las ENSA de Nantes y de Rennes en diciembre de 2017. Disponible en línea: <https://fr.calameo.com/read/00537511456207fbb43ea>
- ⁵¹ “Soleil, chantier, construction : les architectes brésiliens dans la formation architecturale en France. Échanges et transferts culturels” de Marianna Cardoso.
- ⁵² “Industrialisation, Vorkurs et urbanisme de dépendance : l'apport des exilés chiliens à l'enseignement de l'architecture, 1973-1990” de Anne Mane Chatelier.
- ⁵³ “Formation en architecture et urbanisme de jeunes colombiens à Paris, 1927-1954” de Andrés Ávila-Gómez e Ingrid Quintana.
- ⁵⁴ Véase, por ejemplo: Dadour, S., & Le Vot, S. (Dir.). (2022). *Enseigner l'architecture à Grenoble. Une histoire, des acteurs, une formation*. Recherches.

CONCLUSIONES

La reflexión en torno a la necesidad de nuevas orientaciones y reformulaciones en aspectos que conciernen las pedagogías con las cuales se enseña actualmente la arquitectura y el urbanismo requiere una mejor comprensión de la historia reciente de los mecanismos y los métodos a través de los cuales se ha transmitido este tipo de conocimientos. Además, la mayor oferta y demanda de formaciones en este campo y la creciente facilidad de acceso a estas ha renovado el interés por la investigación sobre la historia de la enseñanza de la arquitectura.

Por su importancia como modelo durante los siglos XIX y XX, el caso francés constituye uno de los principales casos nacionales cuyas historiografías han sido alimentadas a menudo con inexactitudes y errores, pero que se encuentran actualmente en un proceso de revisión que devela nuevos elementos claves. Por lo pronto, es importante resaltar el valor que adquieren los eventos académicos con participación de instituciones latinoamericanas y de otros continentes, en los cuales emergen temas y preguntas comunes. Para el caso de la conexión entre América Latina y Francia, podemos citar especialmente:

- El Congreso Internacional “El modelo Beaux-Arts y la arquitectura en América Latina, 1870-1930. Transferencias, intercambios y perspectivas transnacionales”, organizado por el HiTePAC de la Universidad de La Plata, celebrado en esta ciudad en abril de 2019. Allí se tuvo la oportunidad de escuchar las conferencias de investigadores como David Van Zanten, Marie-Laure Crosnier Leconte y Jean-Philippe Garric⁵⁵.
- El seminario internacional “Transferencias/ Interferencias” organizado por el doctorado en Arquitectura y Estudios Urbanos de la Pontificia Universidad Católica de Chile, el HiCSA de la Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, y el LéaV de la École nationale supérieure d’architecture de Versailles. Este evento, celebrado en línea en noviembre de 2020, reunió inves-

tigadores latinoamericanos y europeos cuyos trabajos abordaron principalmente problemáticas y casos en torno a la circulación durante los siglos XIX y XX de modelos en la enseñanza de la arquitectura y el urbanismo⁵⁶.

Por otro lado, al constatar el vivo interés de las instituciones francesas por promover y divulgar este tipo de investigaciones tan específico y, *a priori*, menos relevante con respecto de las investigaciones en campos como las tecnologías constructivas o la aplicación de nuevas tecnologías en la concepción del proyecto arquitectónico, parece necesario plantearse en nuestro contexto latinoamericano la pregunta acerca del acceso a la producción académica en lenguas diferentes al español y, en este caso particular, en lengua francesa⁵⁷.

En este orden de ideas, se antoja indispensable el acceso a los principales trabajos académicos (tesis, libros, artículos, exposiciones) sobre arquitectura, construcción, urbanismo, etc., realizados recientemente en lenguas diferentes al inglés, idioma al cual se le sigue otorgando una discutible prioridad. Así, por ejemplo, con un caso como el de *L’architecture en ses écoles. Une encyclopédie de l’enseignement de l’architecture au XXe siècles* cabe la pregunta sobre el rol de las editoriales especializadas o de las propias escuelas de arquitectura en su búsqueda (o no) de la divulgación —traducción y publicación— de los textos que se convierten rápidamente en sus lenguas de origen, en fuentes y referencias fundamentales para poder profundizar en cualquier proyecto científicamente riguroso (tesis de maestría, tesis doctoral, exposición, etc.).

La experiencia del HEnsA20 plantea una invitación y un reto a mirar hacia afuera para poder encontrar elementos que hoy se conocen de manera fragmentaria —o que simplemente se ignoran— y que son esenciales para explicar buena parte de la historia de la enseñanza de la arquitectura en América Latina, a la cual le seguirán faltando piezas mientras no se conozca mejor el caso francés.



⁵⁵ Una selección de ponencias y las síntesis de las conferencias fueron publicadas en 2022. El libro se encuentra disponible en el repositorio de la UNLP: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/138879>

⁵⁶ Véase el programa completo y la grabación integral de las conferencias y ponencias del evento: <https://transferts.hypotheses.org/>

⁵⁷ Sobre la traducción de textos especializados de arquitectura al español, véase: Ávila-Gómez, A. (2018). Traducir la arquitectura. El arquitecto y el oficio de la traducción. Entrevistas a Juan Calatrava Escobar y Jorge Sainz Avía. *ZARCH*, 10, 224-237. <https://papiro.unizar.es/ojs/index.php/zarch/article/view/2943>

REFERENCIAS

- Amouroux, D. (Dir.). (2009). *Le livre de l'École nationale supérieure d'architecture de Nantes*. Infolio.
- Ansellem, G. (2018). Préface. En C. Maniaque (Dir.), *Les années 68 et la formation des architectes* (pp. 7-11). Point de Vues.
- Bullock, N. (2020). Circulation des idées et des pratiques dans l'enseignement de l'architecture. En A. Debarre, C. Maniaque, E. Marantz & J.-L. Violleau (Eds.), *Architecture 68: Panorama international des nouveaux pédagogues* (pp. 19-27). MetisPresses.
- Chassel, F. (1983). Introduction. *Cahiers de la recherche architecturale*, 13, 6-12.
- Châtelet, A.-M. (2016). Le projet de recherche. *Cahiers HEnsA20*, 1, 4-6.
- Châtelet, A.-M. (2022). Préface. En A. Diener (Ed.), *Enseigner l'architecture aux Beaux-Arts, 1863-1968. Entre réformes et traditions* (pp. 9-11). Presses Universitaires de Rennes.
- Châtelet, A.-M., Diener, A., Dumont, M.-J., & Le Couédic, D. (Dir.). (2022). *L'architecture en ses écoles. Une encyclopédie de l'enseignement de l'architecture au XXe siècles*. Locus Solus.
- Châtelet, A.-M., & Stern, F. (Dir.). (2013). *Des Beaux-Arts à l'Université. Enseigner l'architecture à Strasbourg*. Recherches.
- Chupín, J.-P., Ávila-Gómez, A., y Ruiz-Robayo, D. C. (2017). Vectores de una cartografía teórica: una brújula de navegación para un océano de tesis doctorales en arquitectura. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 19(2), 94-106. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2017.19.2.1508>
- Chupin, J.-P. (2018). Un compas des théories dans l'océan doctoral en architecture. En Cohen, J.-L. (Dir.), *L'Architecture entre pratique et connaissance scientifique* (pp. 28-55). Éditions du patrimoine.
- Cohen, J.-L. (2015). *La coupure entre architectes et intellectuels, ou les enseignements de l'italophilie*. Mardaga.
- Conte, I. (2021). *Le Bal des Quat'Z'Arts, 1892-1966. Quand la célébration de l'esprit d'atelier devient œuvre d'art* [Tesis doctoral, École Pratique des Hautes Études].
- Debarre, A., & Maniaque, C. (2020). 1968, une onde planétaire? En A. Debarre, C. Maniaque, E. Marantz & J.-L. Violleau. (Dir.), *Architecture 68: Panorama international des nouveaux pédagogues* (pp. 13-16). MetisPresses.
- Debarre, A., Maniaque, C., Marantz, E., & Violleau, J.-L. (Dir.). (2020). *Architecture 68: Panorama international des nouveaux pédagogues*. MetisPresses.
- Derey, A. (Dir.). (2014). *École Nationale supérieure d'Architecture de la ville et des territoires à Marne-la-Vallée*. Les Éditions du Mécène.
- Diener, A. (2013). Les pionnières, élèves dans l'entre-deux-guerres. En A.-M. Châtelet & F. Stern (Dir.), *Des Beaux-Arts à l'Université. Enseigner l'architecture à Strasbourg* (pp. 106-113). Recherches.
- Diener, A. (2017). *L'enseignement de l'architecture à l'École des Beaux-Arts au XXe siècle: une lecture des règlements et de la pédagogie, 1863-1968* [Tesis doctoral, Université de Strasbourg].
- Diener, A. (2022). *Enseigner l'architecture aux Beaux-Arts, 1863-1968. Entre réformes et traditions*. Presses Universitaires de Rennes.
- Drexler, A. (Ed.). (1977). *The Architecture of the École des Beaux-Arts*. Secker & Warburg.
- Dumont, M.-J. (2016). L'enseignement de l'architecture au XXe siècle, une histoire méconnue. *Cahiers HEnsA20*, 1, 45-48.
- Épron, J.-P. (Dir.). (1992a). *Architecture. Une anthologie. La culture architecturale* (Vol. I). Institut français d'architecture; Pierre Mardaga.
- Épron, J.-P. (Dir.). (1992b). *Architecture. Une anthologie. Les architectes et le projet* (Vol. II). Institut français d'architecture; Pierre Mardaga.
- Épron, J.-P. (Dir.). (1993). *Architecture. Une anthologie. La commande en architecture* (Vol. III). Institut français d'architecture; Pierre Mardaga.

- Fauquet, F. (2021, 21 de enero). D'un ministère de tutelle à l'autre (Equipement et Culture) et du CORDA au BRAUP: analyse de l'évolution d'une politique et publique de recherche par le prisme des discours de l'Institution et la chronologie des réformes successives. *EnsArchi*. <https://ensarchi.hypotheses.org/1677>.
- Garric, J.-P. (2014). L'architecture beaux-arts, objet d'expositions. *Cahiers du Musée national d'art moderne*, 129, 40-51.
- Garric, J.-P., Ávila-Gómez, A., & Ruiz, D. C. (2019). La arquitectura beauxartiana como objeto de exposición (A. Ávila-Gómez & D. C. Ruiz, Trads.). Apuntes. *Revista de Estudios sobre Patrimonio Cultural*, 32(1). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.apc32-1.aboe>
- Grandvoinnet, P. (2018). Préface. En Cohen, J.-L. (Dir.), *L'Architecture entre pratique et connaissance scientifique* (pp. 8-11). Éditions du patrimoine.
- Lambert, G., & Marantz, E. (Dir.). (2018). *Architectures manifestes: Les écoles d'architecture en France depuis 1950*. MetisPresses.
- Lambert, G., & Thibault, E. (Dir.). (2012). *L'atelier et l'amphithéâtre: les écoles d'architecture, entre théorie et pratique*. Mardaga.
- Lengereau, E. (2018). Aux origines de la recherche architecturale en France. En J.-L. Cohen (Dir.), *L'Architecture entre pratique et connaissance scientifique* (pp. 20-29). Éditions du patrimoine.
- Maniaque, C. (2014). *Go West. Des architectes au pays de la contre-culture*. Parenthèses.
- Maniaque, C. (Dir.). (2018). *Les années 68 et la formation des architectes*. Point de Vues.
- Maniaque, C., Marantz, E., & Violeau, J.-L. (Dir.). (2018). Mai 68. *L'architecture aussi ! B2*.
- Marantz, E., & Violeau J.-L. (Dir.). (2020). Pour une histoire internationale. En A. Debarre, C. Maniaque, E. Marantz & J.-L. Violeau (Dir.), *Architecture 68: Panorama international des renouvellements pédagogiques* (pp. 203-206). MetisPresses.
- Violeau, J.-L. (2018). 1966 – 1977: années tournantes. En C. Maniaque (Dir.), *Les années 68 et la formation des architectes* (pp. 39-51). Point de Vues.

Investigando a influência das variáveis arquitetônicas na iluminação natural do poço de luz residencial

Investigating the influence of architectural variables on the daylighting of a residential light well

Recebido: março 30 / 2022 • Avaliado: setembro 16 / 2022 • Aceito: junho 6 / 2023

João Pedro de Melo Souza*

Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora (Brasil)
Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído

Klaus Chaves Alberto**

Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora (Brasil)
Departamento de Projeto, Representação e Tecnologia da
Arquitetura e do Urbanismo
Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído

Sabrina Andrade Barbosa***

Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Petrópolis (Brasil)
Departamento de Arquitetura e Urbanismo
Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora (Brasil)
Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído

RESUMO

O poço de luz é um recurso arquitetônico utilizado para promover iluminação natural a partir do núcleo do edifício. Frequentemente, ele é projetado de acordo com um índice sem levar em consideração a influência de cada uma das variáveis arquitetônicas nos ganhos de iluminação natural. Assim, este estudo tem como objetivo identificar e comparar a influência dessas variáveis arquitetônicas no desempenho da iluminação natural de um poço de luz do edifício residencial. Para isso, foi simulado parametricamente um modelo-base de poço de luz de seis pavimentos na cidade de São Paulo, Brasil, variando, em casos alternativos, sua dimensão geométrica, a refletância das suas paredes e a abertura da janela das salas conectadas a ele. Para a avaliação da iluminação natural, foram utilizadas, através do software ClimateStudio, as métricas Annual Sunlight Exposure (ASE1000) e Spatial Daylight Autonomy (sDA300/50%). Observou-se que o aumento da refletância é uma solução que melhora a distribuição da iluminação natural sem elevar os níveis de luz solar direta, enquanto o aumento da dimensão geométrica resulta em maior alcance da luz solar direta no poço, não ultrapassando o quarto pavimento. Para minimizar o risco de desconforto visual nos ambientes, as janelas devem ter abertura menor na metade superior e maior na metade inferior do poço de luz. Assim, as variáveis consideradas contribuem, de maneira distinta, para o aumento da iluminação natural nos ambientes avaliados, porém é necessário considerar o risco de desconforto visual em alguns casos.

Palavras-chave:

climateStudio; luz natural; métricas dinâmicas; poço de Iluminação; simulação em iluminação.

ABSTRACT

The light well is an architectural resource used to provide daylighting from the core of the building. It is often designed according to an index without taking into account the influence of each of the architectural variables on the daylighting gains. Therefore, this study aims to identify and compare the influence of these architectural variables on the daylighting performance of a residential light well. For this purpose, a basic model of a six-storey light well in the city of São Paulo, Brazil, was parametrically simulated by varying, in alternative cases, its geometric dimension, the reflectance of its walls and the window opening of the rooms connected to it. The Annual Sunlight Exposure (ASE1000) and Spatial Daylight Autonomy (sDA300/50%) metrics were used to evaluate daylighting, using ClimateStudio software. It was observed that increasing reflectance is a solution that improves the distribution of natural light without increasing the level of direct sunlight, while increasing the geometric dimension results in a greater area of direct sunlight in the fountain, not exceeding the fourth floor. To minimize the risk of visual discomfort in the rooms, the windows should be smaller in the upper half and larger in the lower half of the light well. Thus, the variables considered contribute in different ways to increase the daylighting in the evaluated environments, although the risk of visual discomfort must be considered in some cases.

Keywords:

climateStudio; daylight; dynamic metrics; light well; lighting simulation.

CÓMO CITAR

Melo Souza, J. P., Chaves Alberto, K., & Andrade Barbosa, S. (2024). Investigando a influência das variáveis arquitetônicas na iluminação natural do poço de luz residencial. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(1), 91-106. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.4599>

- * Arquiteto e urbanista, Centro Universitário Uni-Academia. Juiz de Fora (Brasil)
Mestrando em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora (Brasil)
◆ <https://scholar.google.com/citations?user=QwBSlAcAAAAJ&hl=pt-BR&oi=ao>
● <https://orcid.org/0000-0002-1539-1695>
✉ joao.pedro@arquitetura.ufjf.br
- ** Arquiteto e urbanista, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora (Brasil)
Doutor em Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro (Brasil)
Estágio pós-doutoral, Columbia University. Nova York (Estados Unidos)
◆ <https://scholar.google.com/citations?user=IJvhaUwAAAAJ&hl=pt-BR>
● <https://orcid.org/0000-0003-2845-8307>
✉ klaus.alberto@ufjf.edu.br
- *** Arquiteta e urbanista, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa (Brasil)
PhD em Ambiente Construído, University of Brighton. Brighton (Inglaterra)
Pós-doutora em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa (Brasil)
Pós-doutora em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora (Brasil)
◆ <https://scholar.google.com/citations?user=rEngBhIAAAAAJ&hl=pt-BR&oi=sra>
● <https://orcid.org/0000-0002-4129-5541>
✉ sabrina.barbosa@uerj.br

INTRODUÇÃO

Este artigo é o resultado de parte das investigações realizadas durante a elaboração de uma dissertação de mestrado, dentro do Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído da Universidade Federal de Juiz de Fora, no Brasil. A pesquisa que dá origem à dissertação investiga o poço de luz do edifício residencial e propõe soluções para melhorar o desempenho da iluminação natural nos espaços conectados a ele. Para isso, são testadas diversas variáveis arquitetônicas através da simulação computacional paramétrica. Os resultados são analisados com base em métricas que determinam a qualidade da luz natural no ambiente.

A luz natural é importante para a saúde humana. Ela estimula o corpo a produzir vitamina D (Santana et al., 2022), ajuda na regulação do ritmo circadiano (Duffy & Czeisler, 2009; Knoop et al., 2020; Wirz-Justice et al., 2020) e promove a esterilização do ambiente (Wiehe, 2019). Outro benefício é sua capacidade de proporcionar economia de energia no edifício ao substituir a iluminação artificial durante o dia (Balabel et al., 2022; Wong, 2017). Quando a luz natural é exclusivamente utilizada para iluminar um ambiente para a realização de uma tarefa visual, ela deve ser mantida, durante todo o dia, dentro dos valores ideais de iluminação recomendados (Chartered Institution of Building Services Engineers [CIBSE], 2009, p. 133). A norma brasileira permite um nível de iluminação natural igual ou superior a 60 lux nos ambientes residenciais (ABNT NBR 15575-1, 2013). No entanto, para Mardaljevic et al. (2012), a iluminação natural ideal acontece a partir de 300 até 3.000 lux e, acima desse valor, pode gerar desconforto visual e aquecimento indesejado do ambiente. Bellia et al. (2017) enfatizam que o projeto de iluminação natural é um desafio ambicioso ao tentar encontrar um equilíbrio entre a máxima captação de luz natural e o controle do risco de desconforto térmico e visual.

Um importante recurso arquitetônico na distribuição da iluminação natural nas áreas centrais de uma edificação em que as aberturas para o exterior são limitadas é o poço de luz (Bolssoni et al., 2018). Além da iluminação, o poço também favorece a ventilação e o conforto térmico passivo dentro do edifício (Farea et al., 2014; Ahadi et al., 2018). Desde que devidamente projetado, seu uso se justifica como uma alternativa sustentável para a obtenção de iluminação natural nos ambientes conectados a ele (Freewan, 2014; Kristl & Krainer, 1999). Dessa forma, os projetistas podem utilizar fórmulas matemáticas, chamadas “índice”, para calcular dimensões como a relação da altura do edifício com o diâmetro de abertura do poço, a fim de permitir a entrada adequada de luz nos ambientes. Esse índice normalmente é definido por meio dos códigos de

obra, que variam conforme a localidade e determinam valores mínimos para o dimensionamento do poço de luz, dependendo do tipo de ambiente que será iluminado, seja esse de permanência prolongada, seja transitória (Bolssoni et al., 2018). Em São Paulo, Brasil, uma das exigências do código de obra é que o poço de luz tenha dimensão mínima de 1,5 metros e relação mínima entre os seus lados igual a dois terços (Lei 16.642/2017, São Paulo, Brasil, 2017). No entanto, nem sempre a eficiência do poço de luz é garantida pelo tamanho das suas dimensões. Um poço de luz mais largo não é necessariamente o mais eficiente, pois as características dos materiais que revestem suas superfícies podem influenciar a distribuição e disponibilidade de iluminação na sua parte inferior (Kristl & Krainer, 1999; Bugeat et al., 2020). Portanto, para garantir um bom desempenho do poço de luz, os projetistas devem se atentar não somente às suas dimensões, mas também aos critérios técnicos dos seus materiais. Um poço de luz mal projetado tem como consequência um excesso de luz natural nos pisos superiores e luz insuficiente nos pisos inferiores (Goharian et al., 2022; Bugeat et al., 2020; Ahadi et al., 2018). A geometria e a altura da claraboia do poço de luz exercem influência na distribuição da luz que atravessa a sua abertura superior (Goharian et al., 2022; Acosta et al., 2013). A reflexão das superfícies internas do poço também desempenha um papel importante na iluminação dos ambientes internos. Bugeat et al. (2020) constataram que superfícies mais claras tendem a distribuir melhor a luz na porção mais profunda do poço. No entanto, também perceberam que variações na refletância das paredes pouco influenciam a iluminação natural nos pavimentos superiores, uma vez que a maior parte da luz recebida vem diretamente do sol por meio da abertura superior do poço de luz.

Assim, ainda é necessário que seja aprofundado o entendimento sobre as variáveis arquitetônicas que influenciam no desempenho da luz natural no ambiente construído, pois o conhecimento que se tem ainda não é suficiente para satisfazer as lacunas deixadas pelas normas e pelos códigos de obras (Albuquerque & Amorim, 2012). Em especial, é ainda relevante que seja determinada a influência de soluções arquitetônicas na iluminação natural obtida por meio do poço de iluminação. Mais pesquisas em diferentes localidades podem contribuir para o enriquecimento do tema, sobretudo no Hemisfério Sul, onde são poucos os estudos que abordam a otimização de elementos que influenciam a iluminação natural (Mangkuto et al., 2016).

A hipótese principal trabalhada neste estudo supõe que a solução para a melhoria do desempenho da iluminação natural no poço de luz,

sobretudo nos pavimentos inferiores, esteja no aumento de variáveis como a dimensão geométrica, a refletância e o percentual de abertura na fachada (PAF) do poço. Nesse sentido, o objetivo deste artigo é comparar e analisar a influência dessas variáveis arquitetônicas no desempenho da iluminação natural de um poço de luz do edifício residencial. O estudo, realizado para a cidade de São Paulo, Brasil, foi conduzido por meio de simulações computacionais paramétricas. Modelos com poços de luz de diferentes dimensões geométricas, refletâncias de parede e áreas de abertura das janelas foram comparados, considerando a influência das quatro principais orientações solares.

Revisão de literatura

Diversas são as variáveis que podem influenciar as condições de iluminação natural dentro dos ambientes conectados ao poço de luz, das quais as mais relevantes são a dimensão geométrica do poço (Goharian et al., 2022; Ahadi et al., 2018), a altura do edifício, a orientação das fachadas (Freewan et al., 2014) e a refletância das superfícies (Bugeat et al., 2020; Acosta et al., 2013).

No estudo de Freewan et al. (2014), realizado em Irbid, Jordânia, em um edifício de dois pavimentos, um poço de luz de 2x2 metros de abertura sob o céu claro de junho ofereceu, ao meio-dia, uma iluminação natural de 1.000 lux próximo à janela e 200 lux no fundo do ambiente, considerando um espaço de 3,5 metros de profundidade. Porém, para atingir esses mesmos níveis de iluminação natural em um edifício de três pavimentos, foi necessária uma abertura de 3x3 metros do poço de luz e, para um edifício de quatro pavimentos, o vão teria de ser 4x4 metros. Assim, sob boas condições de iluminação no ambiente exterior, o aumento da área do poço e da abertura do vão das janelas promoveu uma melhoria na iluminação natural dos ambientes, sobretudo em edifícios baixos, que necessitam apenas de uma pequena variação na abertura do vão do poço para que a luz seja mais bem distribuída em todos os ambientes internos. É interessante notar, contudo, que esses autores não avaliaram os impactos das aberturas e da profundidade do poço maiores que 4x4 metros e quatro pavimentos (13 metros).

Por sua vez, Ahadi et al. (2018) investigaram o desempenho do poço de luz em função da dimensão geométrica na cidade de Teerã, Irã. A iluminância média anual foi 88% menor no piso térreo em comparação com o piso ao topo em salas internas conectadas a um poço de luz de 4 metros de diâmetro em um edifício de 7 pavimentos. Bugeat et al. (2020) verificaram que, em Barcelona, essa redução da iluminação chegou a 90% em um edifício com poço de luz de 12 metros de altura e dimensão geométrica quadrada de 3 metros. É relevante notar que

essas pesquisas se limitaram a estudar dimensões geométricas de no máximo 3 ou 4 metros de vão.

Uma outra importante estratégia a ser considerada em poços de iluminação é a reflexão da luz promovida pelas superfícies internas do poço. A capacidade de reflexão depende principalmente das características físicas das superfícies, como rugosidade ou a cor do material. Paredes coloridas podem apresentar refletâncias em valores próximos a 0,50, enquanto paredes brancas podem atingir valores de refletância acima de 0,80 (Jakubiec, 2016; Castro et al., 2003). Um outro aspecto importante da cor das superfícies é a sua capacidade de reflexão de calor por meio do infravermelho. Nesse contexto, a pesquisa de Castro et al. (2003) obteve valores de refletância do infravermelho de várias cores de tintas utilizadas em pinturas externas. Através de análises óticas com espectrofotômetro em superfícies pintadas com tinta acrílica e PVC, foi possível identificar cores que apresentassem pouco ganho de calor em razão do alto índice de refletância do infravermelho, como o branco e marfim, com índice de 76%, e vanila, com 74%. Todas essas apresentaram refletância total, que inclui a luz visível, acima de 70%.

Assim, o aumento dos índices de refletância nas paredes é uma solução que contribui para uma distribuição mais uniforme da luz no espaço (Mangkuto et al., 2016). No estudo de Bugeat et al. (2020), um acréscimo de 10% da refletância das paredes de um poço de luz quadrado (3x3 metros), aberto no topo, sob o clima mediterrâneo de Barcelona, Espanha (41° N), foi suficiente para dobrar a iluminância média anual do ambiente no piso térreo, considerando um edifício de quatro pavimentos. Os autores encontraram resultados similares nos climas de Estocolmo, Suécia (59° N), Bilbao, Espanha (43° N), Cidade do México, México (19° N), e Quito, Equador (0°). Porém, é preciso considerar que superfícies altamente reflexivas, quando refletem a luz direta do sol, podem gerar maior aquecimento do ambiente interno em relação a superfícies menos reflexivas (Joudi et al., 2013). No entanto, ainda no seu estudo, Bugeat et al. (2020) registram que, no poço de luz, superfícies com até 0,85 de refletância não promovem desconforto visual e térmico dentro do ambiente interno. Além disso, nas condições em que a trajetória aparente do sol está mais baixa, a luz solar direta atinge somente os pavimentos superiores, resultando em uma considerável redução de iluminação natural nos pavimentos inferiores do poço (Bugeat et al., 2020), que tendem a ser mais frescos (Ahadi et al., 2018).

Complementarmente, a proporção ou o PAF deve ser cuidadosamente planejado na fase inicial do projeto no edifício, pois interfe-

rirá na demanda de energia e na disponibilidade de luz natural do edifício (Xue et al., 2014). Quanto maior a abertura da janela, maior o risco de ofuscamento e superaquecimento dentro de um ambiente no clima tropical (Mangkuto et al., 2016). De acordo com Hee et al. (2014), o tipo de vidro utilizado na janela também pode interferir na iluminação, uma vez que os vidros incolores ou mais claros tendem a possuir um alto índice de transmissividade da luz, o que pode demandar a redução do PAF. Como exemplo, ao aumentar a transmissividade do vidro de 0,4 para 0,8, o PAF pode ser reduzido de 50% para 30%. A dimensão ideal do PAF também foi estudada em diferentes contextos geográficos. Mangkuto et al. (2016) verificaram o desempenho do PAF variando a dimensão de 30% a 80%, em um ambiente localizado em Bandung, Indonésia (6,93° S), que é uma região tropical. Através da otimização multiobjetivo, os autores concluíram que um PAF de 30% voltado para o Sul é a solução mais adequada para se obterem iluminação e visibilidade satisfatórias dentro de um ambiente no local estudado, considerando paredes internas com refletância de 0,80 e transmissividade do vidro de 0,88. No clima oceânico temperado de Frankfurt, Alemanha (50° N), o PAF foi estudado por Goia et al. (2013) por meio de otimização por simulação computacional. Sua dimensão foi testada variando de 20% a 80%.

Nesse trabalho, foi demonstrado que o PAF adequado se encontrava na faixa de 35% a 45%, independentemente da orientação solar e com paredes internas com refletância de 0,70.

Com relação aos métodos usados nessas pesquisas, destacam-se as simulações computacionais estáticas ou dinâmicas (Wu et al., 2021; Zhen et al., 2019; Goia et al., 2013). Simulações estáticas avaliam a iluminação em dia e horário específicos, utilizando determinados tipos de céu, como nublado, por exemplo (Bellia et al., 2017). Já as simulações dinâmicas, chamadas de “*climate-based daylight modelling*” (CBDM), utilizam dados meteorológicos baseados no clima local para simular as condições de iluminação natural no ambiente ao longo de todo o ano (Mardaljevic, 2012). Esse tipo de abordagem considera as condições climáticas do local, com variação da iluminação natural ao longo do dia e uso do componente direto e difuso da luz natural (Sudan et al., 2017). Alguns *plugins* são reconhecidos pelos autores por sua capacidade e precisão, por exemplo, o *honeybee*, o *ladybug* (Goharian et al., 2022) e o *Diva* (Sun et al., 2020; Le-Thanh et al., 2021). Em 2020, o *Diva* foi descontinuado e o *ClimateStudio* foi anunciado como seu substituto, trazendo melhorias que o deixam mais rápido e igualmente preciso em relação ao seu antecessor (Solemma Inc, 2022).

METODOLOGIA

Esta pesquisa utilizou a simulação computacional para a avaliação da iluminação natural por meio da modelagem paramétrica de modelos de edifícios e do uso de métricas dinâmicas (CBDM). A construção dos modelos e as simulações foram realizadas através da combinação dos *softwares* Rhinoceros (versão 6.11.18348.17061), Grasshopper (versão 2019.01.00) e ClimateStudio (versão 1.5.7955.28487). Por meio do *software* Grasshopper, foi criado um modelo-base de edifício com seis pavimentos

que possui um poço de luz quadrado com dimensão de 5x5 metros e profundidade de 16,8 metros (Figura 1). Para as superfícies internas do poço foi fixada, inicialmente, um valor de refletância em 0,50 que se aproxima ao de uma superfície da cor areia (Castro et al., 2003). Em cada pavimento, quatro salas com dimensões de 3,0 x 4,5 x 2,8 metros (LxAxP) foram posicionadas conectadas ao poço de luz sob os pontos cardeais (Norte, Sul, Leste, Oeste), por serem as principais orientações solares.

Figura 1. Configurações dos modelos simulados



Fonte: elaborado pelos autores, 2022 CC BY-NC.

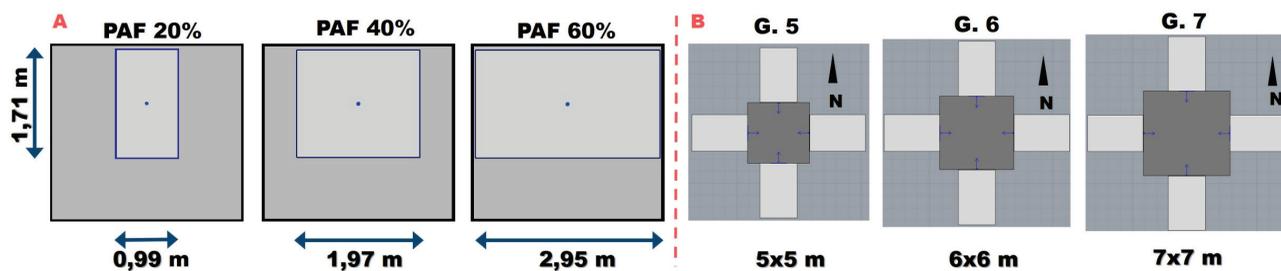
Cada sala possui uma abertura para o poço de luz com um PAF de 20%. O índice de refletância das superfícies das salas foi fixado em 0,70 para

o teto, 0,50 para as paredes internas e 0,20 para o piso, valores recomendados pela norma IES LM-83-12 (Illuminating Engineering Society

[IES], 2012) para esse tipo de simulação. O vidro utilizado nas janelas foi do tipo “clear” de folha única com índice de transmissividade de 0,88. Em cada sala, 126 sensores foram configurados a uma altura de 0,75m do piso e a uma distância de 0,30 metros das paredes e espaçados 0,32 metros entre eles. As iluminações em cada sala foram calculadas usando modelos dinâmicos de céu com base no arquivo climático da cidade

de São Paulo, Brasil (23° S). A partir do modelo-base, modelos alternativos foram simulados variando a configuração de uma das variáveis estudadas (dimensão geométrica do poço de luz, refletância e PAF) e fixando as demais. Foram simuladas dimensão geométrica quadradas de 6 metros e 7 metros, índices de refletância de 0,65 e 0,80, e aberturas de janelas correspondentes a 40% e 60% de PAF (Figura 2).

Figura 2. Variações nas dimensões do PAF (A) | Dimensão geométrica do poço de luz (B)



Fonte: elaborado pelos autores, 2022 CC BY-NC.

As métricas dinâmicas utilizadas para avaliar o desempenho da iluminação foram *spatial daylight autonomy* (sDA, “autonomia espacial da luz do dia”) e *annual sunlight exposure* (ASE, “exposição anual à luz solar”). Ambas são conceituadas pela IES LM-83 (2012). A métrica sDA (sDA300, 50%) é definida como o percentual da área de piso que recebe a partir de 300 lux por pelo menos 50% das horas ocupadas do ano — entre 8 e 18 horas. É importante notar que o protocolo determina que valores acima de 55% já indicam uma boa condição de iluminação natural, mas a preferência são valores acima de 75%. A métrica ASE (ASE1000, 250 h) é definida como a porcentagem da área de piso que recebe luz solar direta acima de 1.000 lux em mais de 250 horas por ano. Nesse caso, a norma IES LM-83 determina que os valores desejáveis de ASE não estejam acima de 10%. Assim, através dos dados obtidos por meio da ASE, foi possível identificar se o ajuste das variáveis arquitetônicas promove um risco de desconforto visual por excesso de luz natural no ambiente, especialmente nos pavimentos superiores. Portanto, o uso combinado dessas métricas permitiu uma análise mais precisa da disponibilidade de luz natural ao longo do edifício. Os resultados obtidos a partir das alternativas simuladas foram organizados em tabela e comparados através de gráficos gerados no software Excel (versão 16.0.13127.20566).

A fonte do arquivo climático com os dados meteorológicos da cidade de São Paulo, Brasil, no formato epw., é o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e foi disponibilizado pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edifica-

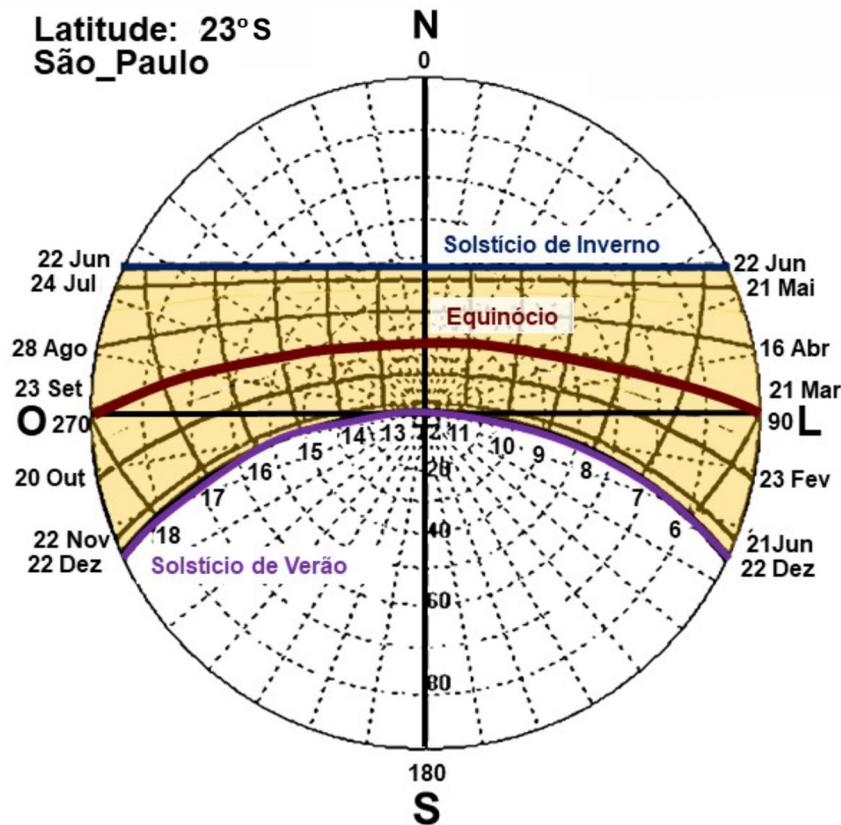
ções, vinculado ao Núcleo de Pesquisa em Construção do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina¹.

Características do clima da cidade de São Paulo, Brasil

O clima de São Paulo, Brasil (latitude: 23° 32' S, longitude 46° 38' W), é classificado como Cwa, subtropical úmido de inverno seco (Koeppen, 1948). Esse clima é caracterizado por ser predominantemente úmido, porém com um inverno seco e verão quente, em que a precipitação média no mês mais seco é inferior a 60 milímetros e o mês mais quente atinge temperatura superior a 22° C (Júnior, 2009). Em São Paulo, a umidade relativa do ar varia de 74% a 83%, e a média da precipitação acumulada anual é de 1.658,3 milímetros, sendo agosto o mês mais seco com 32,3 milímetros e janeiro o mês mais chuvoso com 292,1 milímetros, com variação da temperatura anual de 16,4° C a 26,1° C, tendo julho com o mês mais frio com média de 12,8° C e fevereiro o mais quente com média de 29° C (INMET, 2022). A nebulosidade é maior entre outubro e março, com valor máximo em janeiro, e menor de abril a setembro, coincidindo com o período de inverno e de menor precipitação (Moura et al., 2016). A Figura 3 apresenta a carta solar com a trajetória aparente do Sol na cidade. A maior parte dos raios solares incide na fachada voltada ao Norte durante o dia todo. Na fachada ao Leste, essa incidência ocorre no período da manhã e, ao Oeste, no período da tarde. A fachada ao Sul é a que está menos exposta ao Sol, com incidência dos raios solares no verão durante o período da manhã e tarde.

¹ O arquivo pode ser obtido no link: <http://labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos/inmet2018>

Figura 3. Carta solar da cidade de São Paulo, Brasil (23° S)



Fonte: elaborado pelos autores, 2023 CC BY-NC.

RESULTADOS

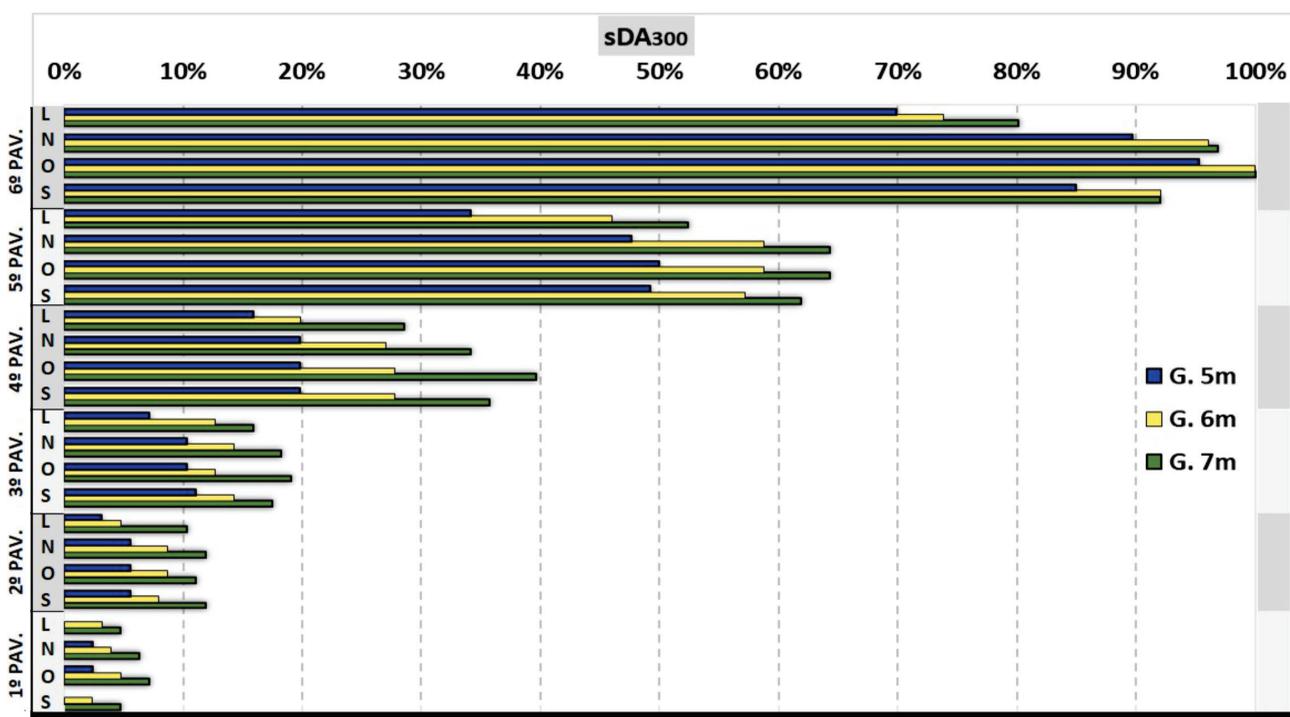
Enluminção natural sob comparação de diferentes dimensões geométricas do poço de luz

Comparando os resultados das três dimensões geométricas simuladas (Figura 4), verificou-se que, em todos os modelos, há uma expressiva queda de iluminação natural a partir do sexto pavimento, com valores de sDA insuficientes a partir do quarto e atingindo percentuais próximos de 0% no primeiro pavimento. No topo do edifício, devido à trajetória aparente do Sol no Hemisfério Sul, a sala que mais recebe iluminação natural tem abertura voltada ao Norte, em seguida Oeste, Leste e Sul. Porém, a partir do quinto pavimento, a diferença de iluminação natural entre as fachadas diminui, pois a luz que entra nas salas é preponderantemente proveniente da reflexão das paredes. Quando a luz solar direta não é a principal fonte de iluminação das salas, a orientação solar das fachadas não é um fator determinante para a qualidade dessa iluminação, conforme também verificado por Bugeat et al. (2020).

Assim, na medida em que se amplia a dimensão geométrica, aumentam-se os valores de sDA300. Ao aumentar a dimensão geométrica

de 5 para 7 metros, é possível observar que, no sexto pavimento, as salas que recebem luz solar direta (fachadas Leste, Norte e Oeste) têm um ganho de sDA300 menor em relação à fachada Sul, que não recebe luz solar direta na maior parte do ano. Esse aumento é de 70% para 80% na sala Sul e de 95% para 100% na sala Norte. Já no quinto pavimento, o sDA300 aumenta em 18% na sala com abertura voltada ao Sul e em 14% na sala ao Norte. O quarto pavimento apresenta os maiores ganhos com o aumento da dimensão geométrica de 5 metros para 7 metros, pois passa a receber luz solar direta. Nele, os valores de sDA300 dobram na fachada Norte, que eleva de 20% para 40% e na fachada Sul, de 16% para 29%. A partir da metade do edifício para baixo, que continua sem receber luz solar direta, os valores de sDA300 são similares entre os ambientes internos, independentemente da orientação solar. Nessa região do poço, o aumento da dimensão geométrica de 5 metros para 7 metros resulta em um aumento considerável do sDA300, que chega a dobrar, mas o máximo alcançado é insuficiente para uma iluminação natural adequada, segundo a IES LM-83 (2012). Os valores de sDA300 não ultrapassam 19% no terceiro pavimento e 7% no primeiro pavimento.

Figura 4. Valores de sDA em diferentes dimensões geométricas, PAF 20% e refletância 0,50

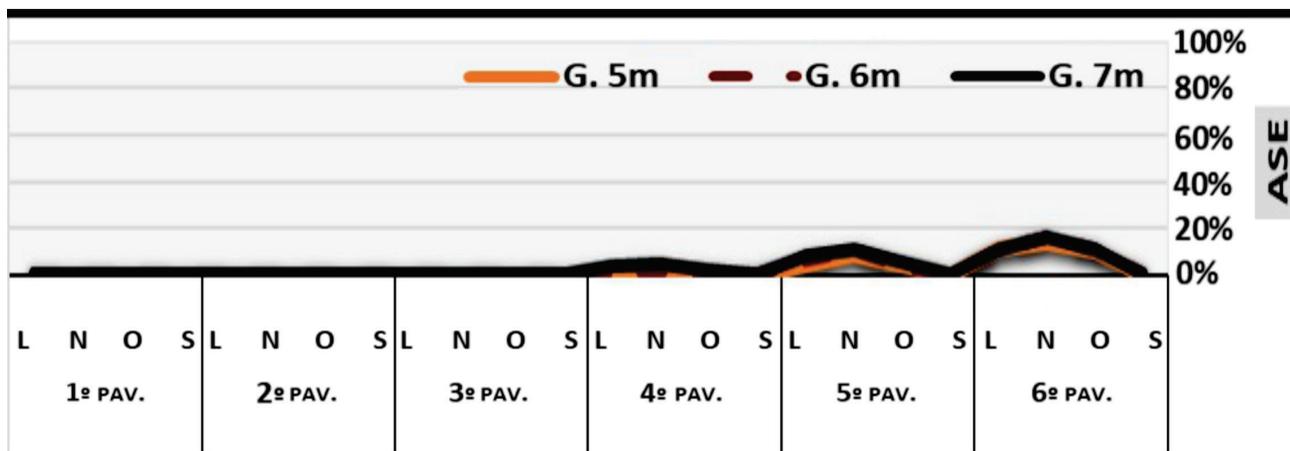


Fonte: elaborado pelos autores, 2022 CC BY-NC.

Por meio da análise dos resultados de ASE (Figura 5), percebe-se que as salas do sexto e do quinto pavimentos recebem luz solar direta excessiva, pois os raios solares alcançam uma profundidade maior dentro dessas salas. Nas fachadas Leste, Oeste e Norte, os valores de ASE ultrapassam os 10% recomendados pela IES LM-83-12, o que pode acarretar desconforto visual. Como a fachada Sul não recebe luz solar direta na maior parte do ano, em todos os pavimentos, o ASE nas salas com abertura voltada ao Sul permanece em 0%. No quinto pavimento, a luz solar direta só é excessiva na sala com

abertura voltada ao Norte, com ASE em 11%. No terceiro piso, até o térreo, devido à ausência de luz solar direta, o valor do ASE é 0% em todas as salas. Apesar de a luz direta do sol ser excessiva no sexto pavimento, o aumento da dimensão geométrica de 5 metros para 7 metros resulta em um pequeno aumento dessa luz somente na abertura ao Norte. No quinto e quarto pavimentos, na maior parte das salas, os valores de ASE não ultrapassam 10%, portanto a luz solar direta nesses ambientes não é elevada a um nível acima do recomendado pela IES LM-83-12, minimizando o risco de desconforto visual.

Figura 5. Valores de ASE em diferentes dimensões geométricas (G), PAF 20% e refletância 0,50



Fonte: elaborado pelos autores, 2022 CC BY-NC.

Iluminação natural sob comparação de diferentes refletâncias das paredes do poço de luz

A Figura 6 apresenta os valores de sDA300 e ASE nas salas a partir da variação da refletância

das paredes do poço de luz, fixando o PAF em 20% e dimensão geométrica em 5 metros. É possível notar que os ganhos de SDA300 são mais evidentes nas salas que não recebem luz solar direta. Ao aumentar a refletância de 0,50 para 0,80 na parede do poço, a fachada Sul

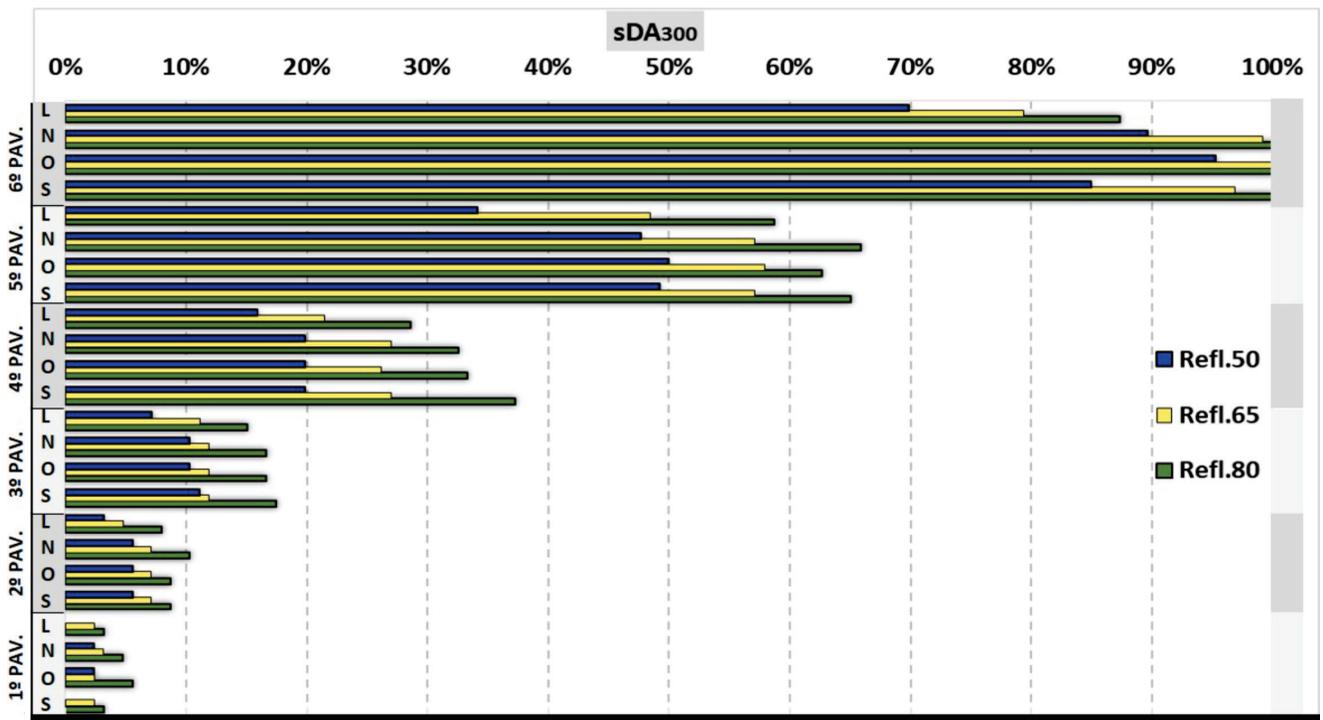
no quinto pavimento apresenta uma variação de iluminação superior à variação na fachada Norte; o sDA300 foi de 34% para 59% na sala Sul e de 50% para 63% na sala Norte, aproximando o valor final de sDA300 das duas salas. A distribuição dos raios luminosos se torna mais uniforme quando mais luz solar direta é refletida entre as fachadas. Se a parede da fachada Norte, que recebe luz direta do Sol, reflete 80% dessa luz para a fachada Sul, as salas com abertura ao Sul terão iluminação semelhante às salas com abertura ao Norte. Esse fato não é observado na metade inferior do poço de luz, pois a luz solar direta não alcança essa região. No terceiro pavimento, os valores variam de 10% para 17% na sala com abertura voltada para o Leste, de 11% para 17%, para o Norte e o Oeste, e de 7% para 15%, para o Sul.

Assim, percebe-se que o aumento da refletância das superfícies pode beneficiar a qualidade da iluminação natural ao permitir que menos raios luminosos sejam absorvidos pelas paredes

do poço de luz. Contudo, é preciso considerar que os benefícios em utilizar superfícies altamente reflexivas são minimizados quando há reduzida disponibilidade de luz solar direta. Isso se verifica no primeiro pavimento. O aumento da refletância de 0,50 para 0,80 elevou apenas em 3% o sDA300, que atingiu o valor máximo de 6% dentro das salas.

Variando a refletância do poço de luz de 0,50 para 0,65, existe um ganho evidente de sDA300 na metade superior do poço, mas esse ganho é pequeno na metade inferior do poço, pois a disponibilidade de luz natural é menor. Contudo, o oposto ocorre ao aumentar a refletância do poço de 0,65 para 0,80. Nesse caso, na metade inferior do poço, o ganho de sDA300 se torna evidente. No contexto do estudo realizado, isso demonstra que, nas regiões do poço com baixa oferta de luz natural, é necessária uma refletância igual ou superior à 0,80 para promover uma melhoria na iluminação natural dentro das salas.

Figura 6. Valores de sDA em diferentes refletâncias. PAF 20% e dimensão geométrica 5 m

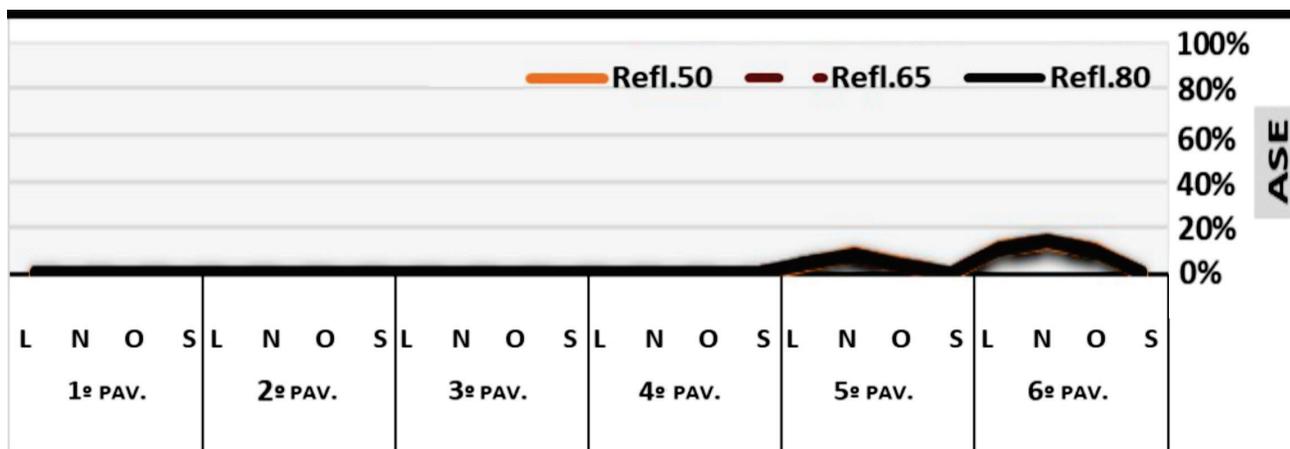


Fonte: elaborado pelos autores, 2022 CC BY-NC.

Ao comparar os valores de ASE sob diferentes refletâncias do poço de luz (Figura 7), é possível perceber uma linha única, com valores coincidentes. Isso indica que aumentar a refletância do poço não resulta em variação de ASE. Os valores permanecem abaixo de 14% no sexto pavimento e abaixo de 9% no quinto pavimento. O ASE permanece em 0% nas salas com abertura ao Sul e em todas as salas do quarto pavimento até

o térreo. Dessa forma, o uso de superfícies altamente reflexivas no poço de luz não eleva os níveis de luz direta do Sol dentro das salas. No entanto, apenas o sexto pavimento atingiu valores ideais de sDA (>75%), o que demonstra que é preciso combinar outras soluções, juntamente com o uso de superfícies altamente reflexivas, para melhorar os níveis de iluminância em um edifício de seis pavimentos na latitude considerada.

Figura 7. Valores de ASE em diferentes refletâncias. PAF 20% e dimensão geométrica 5 m



Fonte: elaborado pelos autores, 2022 CC BY-NC

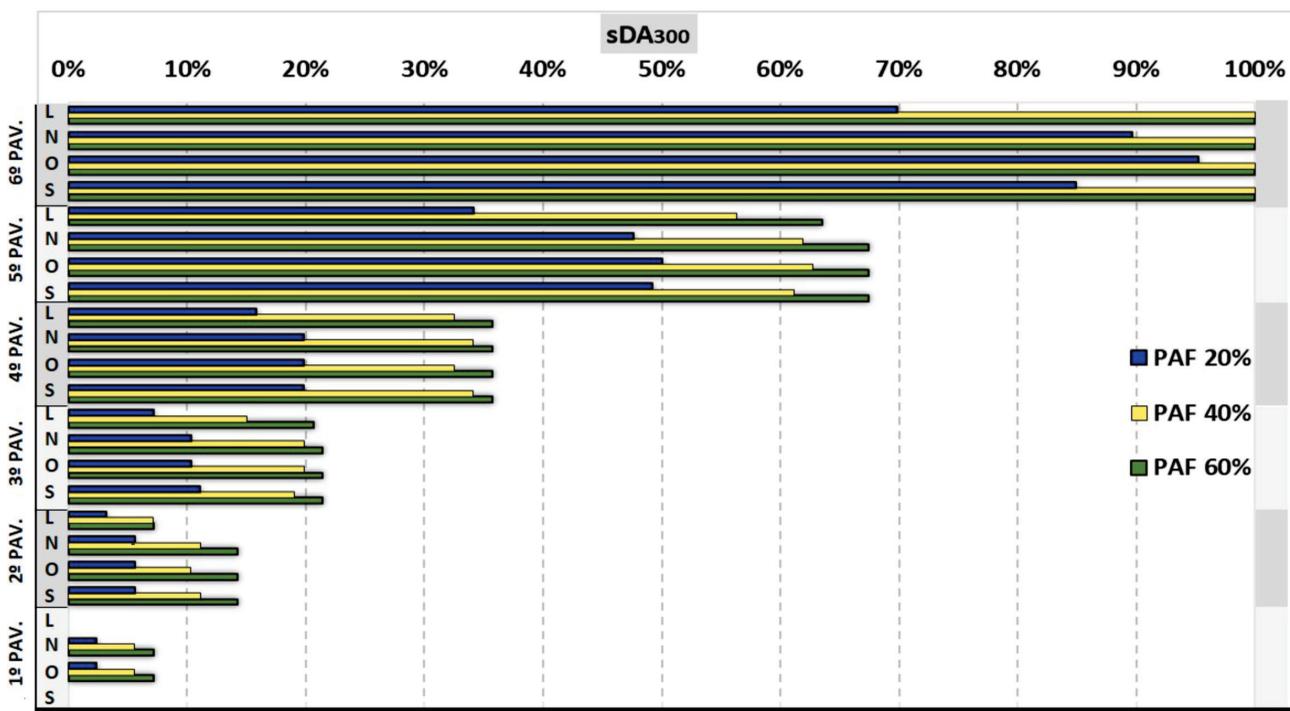
Iluminação natural sob comparação de diferentes porcentagens de abertura da fachada

A Figura 8 apresenta os valores de sDA e a Figura 9, os de ASE nas salas a partir da variação do PAF. Nota-se que, quanto maior a abertura da janela, melhor a distribuição de luz no ambiente e mais similar é a iluminação natural entre as salas. No modelo simulado com janelas em 60% (PAF), as salas atingem valores muito semelhantes de sDA300 independentemente da orientação solar, exceto no segundo e primeiro pavimentos. No sexto pavimento, o sDA300 é de 100%; no quarto pavimento, é de 36% e, no terceiro pavimento, 21%. No segundo e primeiro pavimentos, ocorre

pouca ou nenhuma variação de iluminância nas fachadas Sul e Leste, pois a disponibilidade de luz é pequena nessa região do poço. Já nas fachadas Norte e Oeste, o discreto aumento de iluminação ocorre devido aos breves momentos em que uma pequena quantidade de luz natural alcança a sala nos períodos do ano de posição mais alta na trajetória aparente do Sol.

No modelo com janelas com PAF igual a 20%, os valores reduzem significativamente, sobretudo nas salas com abertura ao Sul. No sexto pavimento, a sala Sul atinge 70% de sDA300 e a sala Norte 95%; no quarto pavimento, esses valores são de 16% e 20%, e no terceiro pavimento, de 7% e 10%, respectivamente.

Figura 8. Valores de sDA em diferentes PAFs. Refletância 0,5 e dimensão geométrica 5 m



Fonte: elaborado pelos autores, 2022 CC BY-NC.

É preciso considerar que o aumento do vão da janela diminui a área de parede que conduz

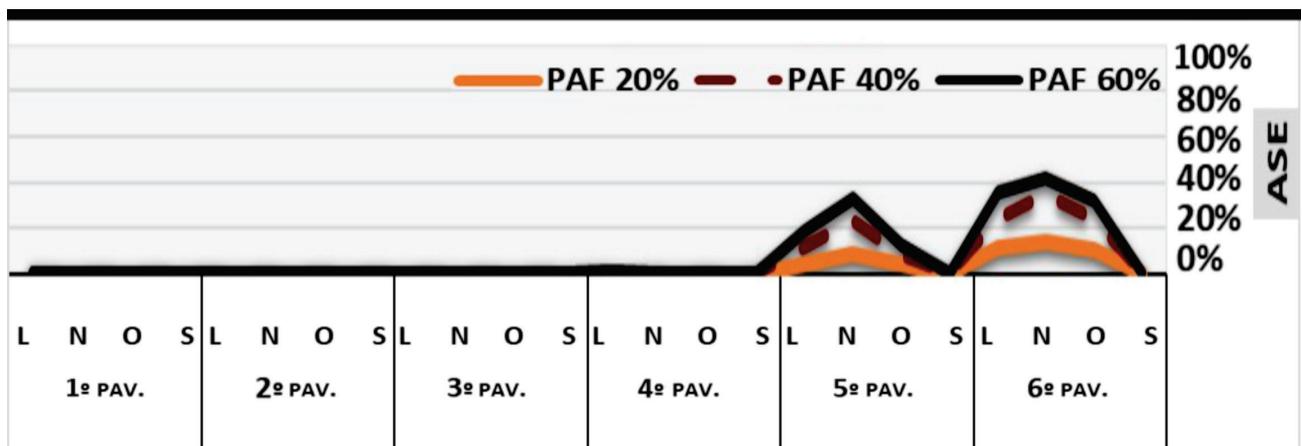
a luz pelo poço através da reflexão. Nota-se que, entre as proporções 40% e 60%, a sala com

abertura ao Sul obtém um aumento do sDA300 de no máximo 7% no quinto pavimento, 3% no quarto pavimento e 0% no segundo pavimento. Entre a proporção de 20% e 40%, os ganhos do sDA300 na sala Sul são mais evidentes, com um aumento de 22% no quinto pavimento, 17% no quarto pavimento e 4% no segundo pavimento. Assim, verifica-se que uma proporção de PAF acima de 40% não promove uma melhoria da iluminação natural mais relevante dentro do poço de luz, podendo, além disso, gerar um excesso de luz solar direta dentro do ambiente.

Com relação aos valores de ASE (Figura 9), aumentar a proporção da janela é uma solução viável na região mais profunda do poço, mas prejudicial no topo do edifício, exceto

na fachada Sul. Nas salas em que há incidência de luz solar direta, os valores de ASE quadruplicam, elevando de 14% para 42% no sexto pavimento e de 9% para 33% no quinto pavimento nas salas voltadas ao Norte. Isso pode prejudicar o conforto visual nesses ambientes. Contudo, não foi observado um aumento da luz excessiva na sala Sul, que permanece em 0%, nem abaixo do quinto pavimento, onde a luz direta do Sol não alcança o ambiente interno. Assim, reduzir a abertura do vão da janela nas paredes que recebem luz direta do Sol pode contribuir para a redução do desconforto visual, além de melhorar a distribuição de luz dentro do poço, pois aumenta a superfície de reflexão da luz, melhorando a condução da iluminação natural.

Figura 9. Valores de ASE em diferentes PAFs. Refletância 0,5 e dimensão geométrica 5 m



Fonte: elaborado pelos autores, 2022 CC BY-NC.

DISCUSSÃO

A disponibilidade de iluminação natural está diretamente relacionada com a dimensão geométrica do poço (Freewan et al., 2014). Se a dimensão geométrica considerada permite a entrada de luz solar direta na porção mais profunda do poço, ocorre uma melhoria na iluminação natural, pois diminui o número de vezes que a luz é absorvida a cada reflexão. Esse fato também foi observado em outras localidades com diferentes alturas do poço de luz (Bugeat et al., 2020; Goharian et al., 2022). Assim, o aumento da dimensão geométrica de 5 metros para 7 metros beneficia as salas que inicialmente não recebem luz solar direta. No entanto, na configuração de edifício simulado, uma dimensão geométrica de 7 metros não é suficiente para levar luz solar direta além do quarto pavimento. Dessa forma, mesmo com os ganhos de sDA300, o térreo continuou com uma baixa iluminação natural. Segundo Bugeat et al. (2020), isso pode ser explicado devido à posição do Sol durante sua trajetória aparente no céu. Em latitudes medianas, como é o caso de São Paulo, com uma trajetória aparente do Sol mais baixa que regiões equatorianas, os raios solares entram no poço de luz em uma posição mais horizontal, o que dificulta o seu

acesso até a porção mais profunda. Portanto, somente o aumento da dimensão geométrica não garante uma boa condição de iluminação em todo o poço, conforme observado por Kristl & Krainer (1999).

Mangkut et al. (2016) constata que a refletância entre 0,7 e 0,8 produz um efeito de distribuição mais uniforme da luz no ambiente. Dessa forma, a variação da refletância de 0,5 para 0,8 produz resultados positivos na iluminação de todas as salas do modelo estudado com PAF fixado em 20% e dimensão geométrica em 5 metros. Apesar disso, a iluminação natural é reduzida à medida que o poço aprofunda, devido à ausência da luz solar direta que contribui com os raios luminosos refletidos pelas superfícies. Ainda assim, o aumento da refletância é viável, pois não resulta em elevação do risco de desconforto visual e térmico em todo o poço de luz (Bugeat et al., 2020).

Em contrapartida, o aumento da dimensão geométrica de 5 metros para 7 metros pode resultar em valores preocupantes de exposição da luz direta do Sol nos pavimentos superiores. Contudo, esse risco diminui consideravelmente a partir do quinto pavimento, exceto na fachada

Norte. A luz solar direta não incide durante todo o dia nas demais fachadas, conforme se verifica na Figura 3, o que justifica os valores de ASE abaixo de 10% a partir do quinto pavimento, atendendo ao recomendado pela IES LM-83. Na fachada Sul, o aumento da dimensão geométrica não resulta na elevação do risco de desconforto visual e térmico dentro das salas em toda a extensão do poço, pois a exposição aos raios solares diretos é mínima e os valores de ASE permanecem em 0%. Portanto, essa é a fachada que melhor se beneficia com o aumento da dimensão geométrica. As demais fachadas requerem uma atenção maior no controle do ofuscamento devido ao aumento da iluminação natural.

CONCLUSÃO

Nesta pesquisa, analisou-se, por meio de simulação paramétrica computacional, a influência da dimensão geométrica, da refletância das paredes e do PAF no desempenho da iluminação natural de um poço de luz de uma edificação com seis pavimentos. No edifício simulado, o aumento da dimensão geométrica do poço, da refletância e do PAF promoveram uma melhoria global da iluminação, principalmente na metade do poço, mas não garantiram iluminação adequada nos pavimentos inferiores.

Conforme aumenta-se a dimensão geométrica, uma maior quantidade de luz direta do Sol entra no poço e é distribuída pela reflexão das paredes até o térreo. Ao aumentar a dimensão geométrica de 5 metros para 7 metros, a luz solar direta alcança até o quarto pavimento, melhorando a qualidade da iluminação natural nessa região do poço e elevando o sDA300 na fachada Norte de 20% para 40%. A metade inferior do edifício também se beneficia, pois, quanto mais profundo é o alcance da luz solar direta, menor é a perda da iluminação no seu trajeto de reflexão pelas paredes até o térreo. Mas, apesar disso, a iluminação ainda é insuficiente e o sDA300 atinge no máximo 18% no terceiro pavimento e 7% no térreo.

Aumentar a refletância das paredes do poço de luz também promove melhorias na iluminação natural das salas. O ganho em iluminância é maior nas salas que não recebem luz solar direta. Isso acontece, pois, ao utilizar superfícies altamente reflexivas no poço, a distribuição dos raios luminosos se torna mais uniforme entre as fachadas, o que promove uma melhoria da iluminação natural dentro das salas, sem elevar o risco de desconforto visual. No entanto, esse ganho com a refletância é limitado. Na metade inferior do edifício, onde não foi registrada luz

Dentre as soluções testadas, o aumento do PAF é a que exige uma maior atenção, pois resulta na melhoria da iluminação natural acompanhada do aumento dos valores de luz solar direta em níveis muito superiores ao recomendado pela IES LM-83-12 (2012). No entanto, esse fato se verifica apenas nos pavimentos superiores. Acosta et al. (2013) avaliam que o aumento da área de reflexão no poço de luz potencializa o desempenho da iluminação natural. Assim, torna-se viável a adoção de diferentes PAFs em um mesmo poço de luz, assumindo uma menor proporção nos pavimentos superiores e aumentando o vão na região mais profunda.

solar direta, os ganhos em iluminação são minimizados e a orientação solar influencia pouco a iluminação nas salas.

O aumento do PAF é uma solução que promove o bom desempenho da iluminação natural. Nesse caso, o aumento do risco de desconforto visual no edifício é relativo e depende da região do poço de luz. No sexto e quinto pavimentos, ao aumentar o PAF de 20% para 60%, o sDA300 atinge 100%, mas os valores de ASE quadruplicam, o que significa uma elevação considerável no risco de desconforto visual dentro das salas. Porém, nas salas com abertura ao Sul e todas a partir do quarto pavimento, o ASE permanece em 0%, o que representa uma vantagem em poder aumentar a abertura da parede para a entrada de luz sem que resulte em um aumento dos níveis de luz solar direta dentro dos ambientes nessa região do poço de luz.

Recomenda-se uma variação do PAF ao longo do edifício, assumindo uma proporção menor na metade superior do edifício e maior na metade inferior do mesmo, com a finalidade de evitar o aumento do risco de desconforto visual nos primeiros pavimentos que recebem maior incidência solar direta e, ao mesmo tempo, aumentar a superfície de reflexão da luz solar que é direcionada para os pavimentos inferiores.

Em estudos futuros, torna-se necessário analisar outras latitudes e climas a fim de comparar os resultados em diferentes regiões. Além disso, é relevante considerar os ganhos térmicos decorrentes do aumento de iluminação natural dentro do poço de luz.

Por último, espera-se que este estudo possa auxiliar pesquisadores e projetistas no planejamento e desenvolvimento de diretrizes para uma arquitetura sustentável.

CONTRIBUIÇÕES E AGRADECIMENTOS

Este artigo é resultado de pesquisas realizadas no Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído da Universidade Federal de Juiz de Fora pelo núcleo de pesquisa Virts.Lab, no âmbito da linha de pesquisa “Projeto do Ambiente Construído”. Esse projeto foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Brasil (mais conhecida por Capes).

Os autores deste trabalho fizeram as seguintes contribuições: João Pedro de Melo Souza, com

a concepção do estudo, o delineamento experimental, a simulação, a análise de dados e a redação do artigo; Klaus Chaves Alberto, com a concepção do estudo, o delineamento experimental, a análise de dados e a redação do artigo; Sabrina Andrade Barbosa, com a concepção do estudo, o delineamento experimental, a análise de dados e a redação do artigo.

Os autores declaram não ter conflitos de interesse relevantes quanto à pesquisa apresentada.



REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2013). *Edificações Habitacionais Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais* (ABNT NBR 15575-1). https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5660736/mod_folder/content/0/NBR%2015575/NBR15575-1.pdf?forcedownload=1ad=1
- Acosta, I., Navarro, J. & Sendra, J. J. (2013). Towards an analysis of the performance of lightwell skylights under overcast sky conditions. *Energy and Buildings*, 64, 10-16. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.04.009>
- Ahadi, A. A., Saghafi, M. R. & Tahbaz, M. (2018). The optimization of light-wells with integrating daylight and stack natural ventilation systems in deep-plan residential buildings: A case study of Tehran. *Journal of Building Engineering*, 18, 220-244. <https://doi.org/10.1016/j.job.2018.03.016>
- Albuquerque, M. S. C & Amorim, C. N. D. (2012). Iluminação natural: indicações de profundidade-limite de ambientes para iluminação natural no regulamento técnico da qualidade do nível de eficiência energética de edifícios residenciais. *Ambiente Construído*, 12(2), 37-57. <https://doi.org/10.1590/S1678-86212012000200004>
- Balabel, A., Alwetaishi, M., Abdelhafiz, A., Issa, U., Sharaky, I. A., Shamseldin, A. K., Al-Surf, M. & Al-Harhi, M. (2022). Potential of solatube technology as passive daylight systems for sustainable buildings in Saudi Arabia. *Alexandria Engineering Journal*, 61(1), 339-353. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.06.001>
- Bellia, L., Fragliasso, F. & Stefanizzi, E. (2017). Daylit offices: A comparison between measured parameters assessing light quality and users' opinions. *Building and Environment*, 113, 92-106. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.08.014>
- Bolssoni, G. C., Laranja, A. C. & Alvarez, C. (2018). Disponibilidade de iluminação natural em ambiente interno orientado para poço de iluminação. *Caderno PROARQ*, 31, 101-117. <https://cadernos.proarq.fau.ufrj.br/public/docs/Proarq31%20ART%2005.pdf>
- Bugeat, A., Bernoit, B. & Fernandez, E. (2020). Improving the daylighting performance of residential light wells by reflecting and redirecting approaches. *Solar Energy*, 207, 1434-1444. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.07.099>
- Castro, A. P. A. S., Labaki, L. C., Caram, R. M., Basso, A. & Fernandes, M. R. (2003). Medidas de refletância de cores de tintas através de análise espectral. *Ambiente Construído*, 3(2), 69-76. <https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/3452/1871>
- Chartered Institution of Building Services Engineers. (2009). *The SLL Lighting Handbook*. The Society of Light and Lighting.
- Duffy, J. F. & Czeisler, C. A. (2009). Effect of Light on Human Circadian Physiology. *Sleep Medicine Clinics*, 4(2), 165-177. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2009.01.004>
- Farea, T. F., Ossen, D. R., Alkaff, S. & Kotani, H. (2014). CFD modeling for natural ventilation in a lightwell connected to outdoor through horizontal voids. *Energy and Buildings*, 86, 502-513. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.10.030>
- Freewan, A. A. Y., Gharaibeh, A. A. & Jamhwi, M. M. (2014). Improving daylight performance of light wells in residential buildings: Nourishing compact sustainable urban form. *Sustainable Cities and Society*, 13, 32-40. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2014.04.001>
- Goharian, A., Daneshjoo, K. & Yeganeh, M. (2022). Standardization of methodology for optimizing the well aperture as device (reflector) for light-wells; A novel approach using Honeybee & Ladybug plugins. *Energy Reports*, 8, 3096-3114. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.01.176>
- Goia, F., Haase, M. & Perino, M. (2013). Optimizing the configuration of a façade module for office buildings by means of integrated thermal and lighting simulations in a total energy perspective. *Applied Energy*, 108, 515-527. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.02.063>
- Hee, W. J., Alghoul, M. A., Bakhtyar, B., Elayeb, O., Shameri, M. A., Alrubaih, M. S. & Sopian, K. (2014). The role of window glazing on daylighting and energy saving in buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 323-343. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.09.020>

- Illuminating Engineering Society. (2012). IES LM-83-12 Approved Method: IES Spatial Daylight Autonomy (sDA) and Annual Sunlight Exposure (ASE). Illuminating Engineering Society of North America.
- Instituto Nacional de Meteorologia. (2022). Normais Climatológicas do Brasil, período: 1991-2020. <https://portal.inmet.gov.br/normais>
- Jakubiec, J. A. (2016, 11-13 jul.). *Building a database of opaque materials for lighting simulation*. [Conference session]. 36th International Conference on Passive and Low Energy, Los Angeles, CA, Estados Unidos. <https://www.researchgate.net/publication/305703082>
- Joudi, A., Svedung, H., Cehlin, M. & Ronnelid, M. (2013). Reflective coatings for interior and exterior of buildings and improving thermal performance, *Applied Energy*, 103, 562-570. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.10.019>
- Júnior, A. de S. (2009). *Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do estado de Minas Gerais*. [dissertação de mestrado]. Universidade Federal de Lavras. <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/3076?mode=full>
- Knoop, M., Stefani, O., Bueno, B., Matusiak, B., Hobday, R., Wirz-Justice, A., Martiny, K., Kantermann, T., Aarts, M. P. J. & Zemmouri, N. (2020). Daylight: What makes the difference? *Lighting Research & Technology*, 52(3), 423-442. <https://doi.org/10.1177/1477153519869758>
- Koeppen, W. (1948). Las zonas de clima. Em: W. Koeppen (Ed.), *Climatología: Con un estudio de los climas de la Tierra* (pp. 145-227). Fondo de Cultura Económica.
- Kristl, Z. & Krainer, A. (1999). Light wells in residential building as a complementary daylight source. *Solar Energy*, 65(3), 197-206. [https://doi.org/10.1016/S0038-092X\(98\)00127-3](https://doi.org/10.1016/S0038-092X(98)00127-3)
- Lei 16.642/2017. Lei que aprova o código de obras e edificações do município de São Paulo; introduz alterações nas Leis 15.150, de 6 de maio de 2010, e 15.764, de 27 de maio de 2013. (9 de maio de 2017). <http://documentacao.saopaulo.sp.leg.br/iah/fulltext/leis/L16642.pdf>
- Le-Thanh, L., Le-Duc, T., Ngo-Minh, H., Nguyen, Q. H. & Nhuyen-Xuan, H. (2021). Optimal design of an Origami-inspired kinetic façade by balancing composite motion optimization for improving daylight performance and energy efficiency. *Energy*, 219. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119557>
- Martins, L. de O. (2011). O poço de luz como estratégia de iluminação natural na cidade de maceió-AL. [dissertação de mestrado]. Universidade Federal do Alagoas. <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/riufal/722>
- Mangkuto, R. A., Rohmah, M. & Asri, A. D. (2016). Design optimisation for window size, orientation, and wall reflectance with regard to various daylight metrics and lighting energy demand: A case study of buildings in the tropics. *Applied Energy*, 164, 211-219. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.11.046>
- Mardaljevic, J., Andersen, M., Roy, N. & Christoffersen, J. (2012, 10-11 set.). *Daylighting Metrics: Is there a relation between useful daylight illuminance and daylight glare probability*. [Conference Paper]. First Building Simulation and Optimization Conference, Loughborough, Reino Unido. <https://www.researchgate.net/publication/267556994>
- Moura, L. M., Martins, F. R. & Assireu, A. T. (2016). Variabilidade da cobertura de nuvens na cidade de São Paulo. *Ambient. Água*, 11(4), 903-914. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1845>
- Santana, K. V. S., Oliver, S. L., Mendes, M. M., Lanham-New, S., Charlton, K. & Ribeiro, H. (2022). Association between vitamin D status and lifestyle factors in Brazilian women: Implications of sun exposure levels, diet, and health. *eClinical Medicine*, 47, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2022.101400>
- Solemma inc. (2022). DIVA users: Try ClimateStudio today! ClimateStudio is the Successor to DIVA-for-Rhino. <https://www.solemma.com/blog/diva-users-start-climatestudio-today>
- Sudan, M., Mistrick, R. G. & Tiwari, G. N. (2017). Climate-Based Daylight Modeling (CBDM) for an atrium: An experimentally validated novel daylight performance. *Solar Energy*, 158, 559-571. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2017.09.067>

- Sun, Y., Liu, X., Qu, W., Cao, G. & Zou, N. (2020). Analysis of daylight glare and optimal lighting design for comfortable office lighting. *Optik*, 206. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2020.164291>
- Xue, P., Mark, C. M. & Cheung, H. D. (2014). The effects of daylighting and human behavior on luminous comfort in residential buildings: A questionnaire survey. *Building and Environment*, 81, 51-59. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.06.011>
- Wiehe, A., O'Brien, J. M. & Senge, M. O. (2019). Trends and targets in antiviral phototherapy. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 18(11), 2565-2612. <https://doi.org/10.1039/C9PP00211A>
- Wirz-Justice, A., Skene, D. J. & Munch, M. (2020). The relevance of daylight for humans. *Biochemical Pharmacology*, 191, 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2020.114304>
- Wong, I. L. (2017). A review of daylighting design and implementation in buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, 959-968. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.061>
- Wu, P., Zhou, J. & Li, N. (2021). Influences of atrium geometry on the lighting and thermal environments in summer: CFD simulation based on-site measurements for validation. *Building and Environment*, 15. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107853>
- Zhen, M., Du, Y., Honh, F. & Bian, G. (2019). Simulation analysis of natural lighting of residential buildings in Xi'an, China. *Science of the Total Environment*, 690, 197-208. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.353>

Del interés sustentable al regenerativo: consideraciones a partir de proyectos premiados de vivienda multifamiliar

From sustainable to regenerative interest: considerations from award-winning multifamily housing projects

Recibido: febrero 23 / 2022 • Evaluado: abril 4 / 2022 • Aceptado: julio 27 / 2023

Oriana Yenahi Andrade-Serrano^{*}
Universidad Federal de Alagoas. Maceió (Brasil)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Programa de Posgrado en Arquitectura y Urbanismo

Polyanna Omena Costa Santos^{**}
Universidad Federal de Alagoas. Maceió (Brasil)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Programa de Posgrado en Arquitectura y Urbanismo

Ricardo Victor Rodrigues Barbosa^{***}
Universidad Federal de Alagoas. Maceió (Brasil)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Programa de Posgrado en Arquitectura y Urbanismo

Gabriel Castañeda-Nolasco^{****}
Universidad Autónoma de Chiapas (México)
Facultad de Arquitectura

RESUMEN

Este artículo reflexiona sobre la vanguardia en los referentes de construcción sostenible y su adaptación al Antropoceno a partir de la comparación entre la teoría y práctica reciente del diseño de vivienda sustentable y su interacción con conceptos de diseño regenerativo. Se tomaron como referencia tres proyectos multifamiliares recientemente premiados en el ámbito de la sustentabilidad: (1) Rehabilitación de Vivienda de Interés Social, de Lacatton y Vassal Arquitectos (Francia, 2017), ganador del Premio Pritzker 2021; (2) Presencia en Ormuz, Majara Residence por Zav Architects (Irán, 2020), ganador del Premio Vivienda Colectiva del Año 2021 de ArchDaily; y (3) Síntesis Arquitectura, de Ricardo Ricardson y equipo (Brasil, 2021), ganador del Concurso Nacional de Vivienda de Interés Sustentable 2021. Los resultados evidenciaron que estrategias de diseño pasivo para la reducción del consumo energético se muestran comparativamente más asimiladas dentro de la praxis de vanguardia sustentable actual que estrategias regenerativas para la sustitución de energías fósiles y el secuestro de los gases de efecto invernadero. Es posible, entonces, concluir que el tránsito de la sustentabilidad a la regeneración se encuentra aún en una fase incipiente, por lo que se requiere una mayor instrumentalización en acciones y ejemplos concretos que permitan su multiplicación e integración como parte de la normalidad.

Palabras clave:

arquitectura sustentable; concursos; diseño regenerativo; eficiencia energética; viviendas de interés social.

ABSTRACT

This article reflects on the state of the art of sustainable building references and their adaptation to the Anthropocene, by comparing recent theory and practice of sustainable housing design and its interaction with regenerative design concepts. Three recently awarded multifamily housing projects in the field of sustainability were used as references: (1) Social Housing Rehabilitation by Lacatton and Vassal Architects (France, 2017), winner of the 2021 Pritzker Prize; (2) Presence in Ormuz, Majara Residence by Zav Architects (Iran, 2020), winner of ArchDaily's 2021 Collective Housing of the Year Award; and (3) Síntesis Arquitectura by Ricardo Ricardson and team (Brazil, 2021), winner of the 2021 National Competition for Housing of Sustainable Interest. The results showed that passive design strategies for reducing energy consumption are comparatively more assimilated within the current sustainable vanguard practice than regenerative strategies for fossil energy substitution and greenhouse gas sequestration. It is therefore possible to conclude that the transition from sustainability to regeneration is still in its early stages, so that a greater instrumentalization is needed in concrete actions and examples that allow its multiplication and integration as part of normality.

Keywords:

architecture awards; competitions; energy efficiency; regenerative design; social housing; sustainable architecture.

CÓMO CITAR

Andrade-Serrano, O. Y., Santos, P. O. C., Barbosa, R. V. R., & Castañeda-Nolasco, G. (2024). Del interés sustentable al regenerativo: consideraciones a partir de proyectos premiados de vivienda multifamiliar. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(1), 107-124.
<https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.4546>

- ✱ Arquitecta, Universidad Simón Bolívar. Caracas (Venezuela)
Magister en Arquitectura y Urbanismo, Universidad Federal de Alagoas. Maceió (Brasil)
◆ <https://scholar.google.com/citations?hl=pt-BR&user=IwAwPJcAAAAJ>
📄 <https://orcid.org/0000-0003-1210-5275>
✉ oriana.serrano@fau.ufal.br
- ✱✱ Arquitecta y Urbanista, Universidad Federal de Alagoas. Maceió (Brasil)
Magister en Arquitectura y Urbanismo, Universidad Federal de Alagoas. Maceió (Brasil)
◆ <https://scholar.google.com.br/citations?hl=pt-BR&user=6bRlx2QAAAAJ>
📄 <https://orcid.org/0000-0002-5309-0607>
✉ polyanna.santos@fau.ufal.br
- ✱✱✱ Arquitecto y Urbanista, Universidad Federal de Alagoas. Maceió (Brasil)
Doctor y Mestre en Ciencias de la Ingeniería Ambiental, Universidad de São Paulo. São Carlos (Brasil)
◆ <https://scholar.google.es/citations?hl=pt-BR&user=vTDTyFYAAAAJ>
📄 <https://orcid.org/0000-0003-4971-6037>
✉ rvictor@fau.ufal.br
- ✱✱✱✱ Arquitecto, Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez (México)
Doctor en Ciencias de la Ingeniería Ambiental, Universidad de São Paulo. São Carlos (Brasil)
◆ <https://scholar.google.es/citations?hl=pt-BR&user=rzxpJcAAAAJ>
📄 <https://orcid.org/0000-0003-0928-5551>
✉ Gabriel.castaneda@unach.mx

INTRODUCCIÓN

La comprensión del quehacer constructivo contemporáneo implica el análisis integrativo de la arquitectura con conceptos que, aunque nacen como externos, le son vinculantes. Entre ellos, en lo que se refiere al cambio climático, destaca el de *sustentabilidad* y su adaptación a la discutida nueva era geológica del *Antropoceno*. Los anteriores son los ejes principales del proyecto de investigación que dio origen a este artículo, el cual busca fortalecer la reflexión, la discusión y la formación hacia una dinámica de habitabilidad sustentable que, en la actualidad, abarca necesariamente la regeneración.

En la arquitectura, la sustentabilidad impacta diversas actividades del ciclo de vida de la edificación, incluyendo la elección del territorio, las decisiones de diseño, las técnicas de construcción, los hábitos de uso, la operación del espacio construido, los procedimientos de mantenimiento y la disposición final de materiales, de modo que se incorpora toda la cadena del sector (Yagi et al., 2011). En su concepción clásica y más difundida, este conjunto de actividades, en un esfuerzo por alcanzar la sostenibilidad, se agrupa en tres áreas de acción: la minimización de los impactos ambientales, la maximización de los beneficios sociales y la viabilidad económica.

En la actualidad del cambio climático este postulado clásico de la sustentabilidad en la arquitectura se ha visto interpelado desde otras perspectivas y necesidades. Así, se ha incorporado también el concepto de resiliencia, el cual, según Acosta (2019), se refiere a la capacidad de un sistema para absorber o adaptarse a situaciones adversas y recuperarse con resultados positivos. Sin embargo, aunque existen avances teóricos al respecto, estos no corresponden necesariamente con la ejecución práctica: la inobservancia y la ineficacia en la asimilación del cambio de paradigma son una realidad.

Así, este artículo tiene como objetivo comparar la teoría y la práctica actual de la vivienda sustentable, teniendo en cuenta su interacción con la caracterización de la sustentabilidad y el diseño regenerativo. El objetivo es reflexionar y perfeccionar la mirada sobre los referentes de modelo constructivo sustentable de vanguardia y su adecuación al Antropoceno a través de tres proyectos de vivienda de interés social recientemente premiados en el área de la sustentabilidad.

Origen y evolución del concepto de sustentabilidad

La sustentabilidad como característica relevante del espacio habitado tiene su origen formal en el informe *Our Common Future* de la Comisión Brundtland (entonces llamada *World Commission on Environment and Development* [WCED]),

de 1987 (WCED, 1987). Castiblanco-Prieto et al. (2019) observan que el informe Brundtland impulsó la realización de varias conferencias y asambleas internacionales que buscaban evidenciar las fragilidades del modelo de desarrollo centrado solo en el crecimiento económico. Desde entonces la definición de *desarrollo sustentable* se ha ido consolidando poco a poco como un modelo capaz de satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de solventar las propias (Borowy, 2013; Holden, Linnerud y Banister, 2014). En dicho concepto está implícita la necesidad de mantener la vitalidad y la integridad de la *Madre Tierra*, con todos los elementos que posibilitan la existencia y la reproducción de la vida en el planeta (Boff, 2012).

Esta visión de sustentabilidad evidencia la relación del término con la ecología y la biología. Autores como laquinto (2018) han caracterizado su práctica y alcance desde una lógica circular e inclusiva, con tendencia natural a la interdependencia y al equilibrio dinámico. Otros, como De Souza (2020), la han definido a partir de la homeostasis, es decir, la capacidad de los ecosistemas de absorber o recuperarse de las agresiones derivadas de las acciones humanas.

En 1992 el concepto se profundizó y se radicó durante la conferencia de la ONU, en Río de Janeiro, denominada “Cumbre de la Tierra” (Zapata-González et al., 2016). Entonces, se pactaron cooperaciones y compromisos a nivel internacional, lo cual se concretó con la Agenda 21 y con el establecimiento de una serie de recomendaciones para el alcance de la sustentabilidad, entre ellas: 1) promover la inducción de tecnologías limpias y energéticamente eficientes; 2) establecer cargos sobre los impactos ambientales de la construcción y la minería; 3) prestar especial atención al reciclaje y la reutilización de materiales de desecho, enfocados en el concepto de ciclo de vida; 4) fomentar la introducción de tecnologías de bajo consumo energético y baja contaminación; 5) promover el intercambio de información y el desarrollo de bases de datos relacionadas con la energía y el medioambiente, y 6) buscar la cooperación regional para lograr estos objetivos (Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos [ONU-Hábitat], 1993).

Los compromisos internacionales por la búsqueda de estrategias basadas en el equilibrio entre crecimiento económico, desarrollo social y protección del medioambiente (Asamblea General de la ONU, 2000) fueron reconfirmados en 2002, durante la conferencia “Río+10”, en Johannesburgo, y en la conferencia “Río+20”, cuando se evaluaron los progresos alcanzados desde las cumbres anteriores, se identificaron lagunas en la implementación de las decisiones adoptadas y se establecieron nuevos compromisos (Guimarães & Fontoura, 2012).

Durante Río+20 se inició un proceso para el desarrollo de un conjunto de objetivos globales que buscaban enfrentar los nuevos y emergentes desafíos de la sustentabilidad, llamados *objetivos de desarrollo sustentable* (ODS). Estos se consolidaron en la “Cumbre de Desarrollo Sustentable de la ONU”, en Nueva York, gracias a lo cual se redactó la *Transforming our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development* (ONU, 2016). Este documento significó un hito en el discurso global sobre el desarrollo sustentable. En lo que nos compete, muchos ODS están fuertemente relacionados con la arquitectura y el ambiente construido, o dependen de ellos para su implementación (Boarin & Martínez-Molina, 2022).

Marques (2018) extiende aún más el rango de acción y afirma que para lograr la sustentabilidad en las edificaciones se debe pensar en la calidad urbana, la relación entre diseño y comodidad, la eficiencia energética, la conservación de los recursos materiales, la gestión del agua y los recursos sociales. Esta necesidad de ampliar el impacto, en la práctica, ha dado lugar a una variedad de interpretaciones, caracterizaciones y enfoques de acción. Prácticas como el diseño bioclimático pasivo, el diseño de bajo consumo energético, el diseño comunitario, la modernización sostenible (*retrofit sustentable*), los edificios positivos o *nearly zero-energy buildings* (NZEB) forman parte del variado repertorio asociado con la sustentabilidad en el sector constructivo.

No obstante, es destacable que, a la par de todo este tratamiento internacional sobre la sustentabilidad, se ha ido desarrollando también el aparato industrial contemporáneo. Este, si bien ha traído grandes y evidentes logros de progreso para el hombre, se ha caracterizado por un enfoque de consumo ilimitado dentro de un sistema Tierra claramente limitado. La forma de proceder trajo también consigo daños al medioambiente, con un considerable aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero hacia la atmósfera, el desequilibrio de los sistemas naturales y el cambio climático (Mella, 2022).

Esta realidad ha desembocado en lo que Crutzen (2002) denominó como *Antropoceno*, una época geológica que sigue al Holoceno y que se caracteriza por cambios en los sistemas naturales del planeta Tierra desencadenados por la influencia humana descontrolada. Según el autor, su comienzo se encuentra en el apogeo de la producción tecnoindustrial y el rápido crecimiento de la población desde finales del siglo XVIII.

Datos recientes del Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (PMIC, 2021) evidencian algunos puntos claves en torno a este tema:

por una parte, se destaca que el calentamiento global ha provocado ya cambios irreversibles que ahora mismo pueden percibirse en el sistema Tierra. Luego, de seguir ese ritmo de aumento de la temperatura, la vida en este planeta estaría comprometida. A pesar de ello, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) también indica que, con acciones concretas que lleven a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a la mitad para 2030 y a cero para 2050, sería posible detener el aumento de las temperaturas (OMM, 2019). Ahora, en lo que respecta al ámbito del espacio construido, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) destaca que, de las emisiones de carbono por energía, 38% registrado es producto del funcionamiento de los edificios (PNUMA, 2020).

La dicotomía expuesta es el centro de la narrativa desarrollada en la investigación de Acosta (2019). El autor enfatiza la necesidad actual de un diseño a la vanguardia de los postulados de la sustentabilidad, un “diseño en el Antropoceno” que, sin anular las estrategias de sustentabilidad ya expuestas, debe enfocarse en profundizar y adaptarse al panorama de las consecuencias ya presentes por el cambio climático incorporando a la práctica constructiva el concepto de *resiliencia*. La adaptación, la mitigación y un cambio en el modelo de desarrollo económico actual son las principales estrategias propuestas para formar parte de los lineamientos de diseño tanto para las nuevas construcciones como para la rehabilitación de las existentes.

De lo sustentable a lo regenerativo

Dentro del contexto de las nuevas necesidades del Antropoceno se observa que conceptos previos a la noción de esta nueva era geológica, como la *arquitectura regenerativa*, están adquiriendo relevancia nuevamente y brindan perspectivas sobre cómo abordar la adaptación del espacio habitado. De acuerdo con Littman (2009), todo lo que se construye tiene el potencial para la integración con el mundo natural como un “socio igualitario”. La arquitectura es, entonces, el lugar, los sistemas, la energía, la construcción, la fauna, la flora, etc. Una edificación no está meramente incrustada en un emplazamiento, sino que existe como una sola pieza, es un sistema que coevoluciona como una entidad completa. La construcción, concluye el autor, debe estar más allá de lo sostenible, es decir, debe ser regenerativa (Littman, 2009).

Clegg (2012) complementa la idea anterior al caracterizar la arquitectura regenerativa entendiéndola como aquella que propone la producción de alternativas de infraestructura que permiten la reparación y la consecuente regeneración de

los daños existentes en el medioambiente, y no solo como la preparación o adaptación a las consecuencias de la degradación ecológica. Según esto, el sistema regenerativo es un ciclo de vida cerrado. En él todo ser o elemento depende del otro; la regeneración no es exclusiva y no puede lograrse como un producto separado. El diseño bajo este enfoque implica, además de comprender el contexto presente, proyectar sistemáticamente su progreso futuro (Bharath, 2019).

Estas definiciones, en general, encuentran su punto de encuentro en el antagonismo frente a la antigua visión del hombre separado de la naturaleza. Acontecimientos como el cambio climático, capaces de modificar procesos naturales a escala global, establecen, en palabras de Marsino (2020), el “fin de una

naturaleza inmaculada” (p. 28), no como un deseo, sino como una consecuencia inevitable que será necesario resignificar como responsabilidad para reaccionar proactivamente.

Teruel (2018) establece una serie de características que diferencian lo regenerativo de lo sustentable (tabla 1). A través de ellas es evidente el cambio de paradigma que implica el paso de una etapa a otra, y que va de un pensamiento reduccionista que entiende el todo (la sustentabilidad) como la suma de sus partes (aspectos sociales, económicos y ambientales) a un pensamiento sistémico-integrado y en constante interacción, no visto ya desde el hombre hacia la naturaleza, sino entendiendo a este como una de las piezas del engranaje del todo, con los beneficios y responsabilidades que tal posicionamiento conlleva.

Tabla 1. Diferencias entre sustentabilidad y regeneración

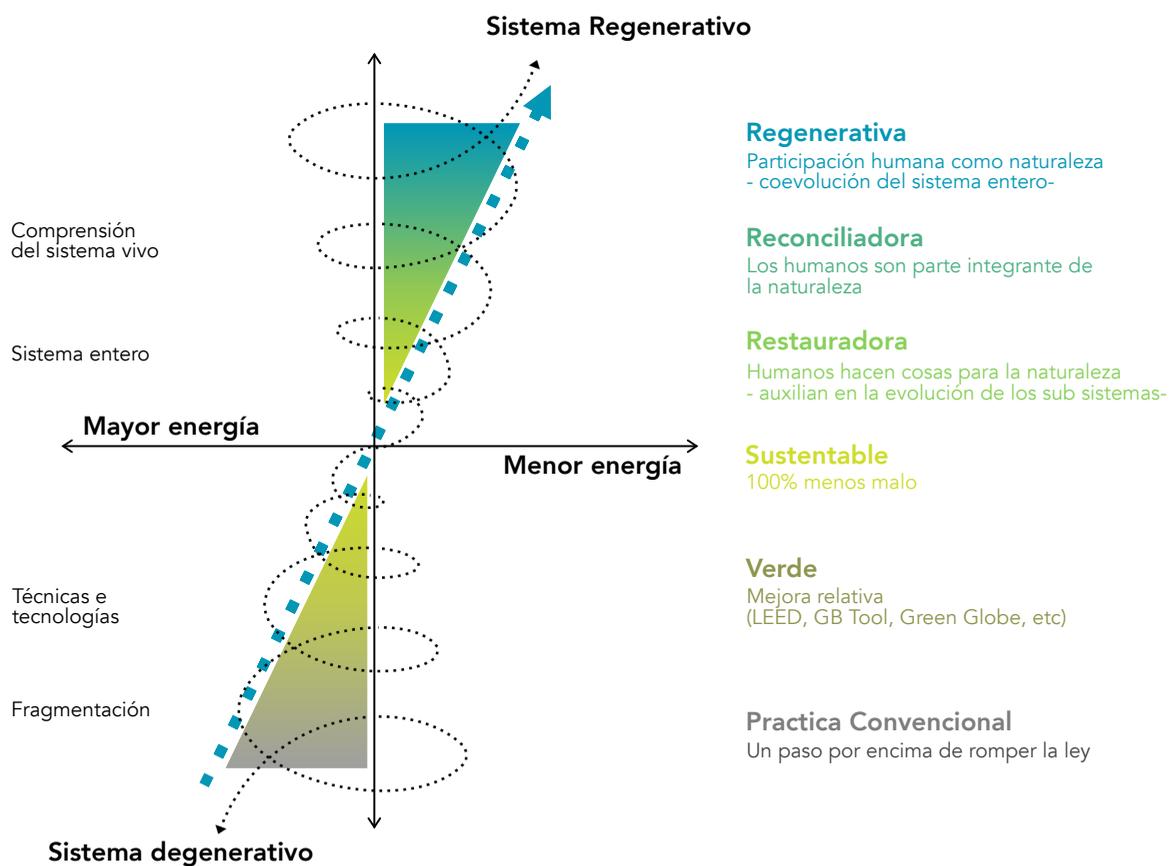
Sustentabilidad	Regeneración
Visión mecanicista del mundo, enfocada en los sistemas técnicos y económicos	Visión holística, ecológica del mundo, enfocado en los recursos primario y aspectos de la vida que producen tecnologías y resguardo
Pensamiento reduccionista, que entiende los aspectos sociales, ambientales y económicos de forma separada	Pensamiento sistémico de enfoque integrado que entiende los aspectos sociales, culturales, ambientales, económicos, políticos y espirituales de forma interrelacionada
Uso de modelo fragmentado	Uso de modelo de sistemas completos a través de la comprensión de relaciones de sistemas vivos de forma integral
Hombre sobre la naturaleza, donde es prioridad minimizar el impacto de los sistemas de soporte	Hombre y naturaleza coevolucionan juntos, de forma que es prioritario construir la capacidad de los sistemas de soporte necesarios para el crecimiento futuro
La comunidad debe adaptarse al enfoque determinado para el desarrollo	Desarrolla el sentido de identidad de la comunidad, con uso de las particularidades del lugar y la participación de los actores sociales locales

Fuente: Adaptado de Teruel (2018). CC BY.

Para Sachs este cambio de paradigma implica en la actualidad una práctica enfocada en la reconfiguración energética. Esta, a través de un sistema de triple acción, permitirá simultáneamente “la reducción drástica del perfil de demanda energética, la sustitución significativa de energías fósiles por energías no contaminantes, y el secuestro de una porción significativa de los gases de efecto invernadero” (Sachs, 2007, p. 32). Estas acciones, en

las condiciones climáticas actuales y en interacción con el ámbito constructivo, se alinean con la arquitectura en la trayectoria de lo que Reed (2007) denomina *diseño ambientalmente correcto*, que atraviesa seis etapas: desde el sistema degenerativo (modelo dominante), hasta el sistema regenerativo (diseño integrado al sistema Tierra), siendo la sustentabilidad el espacio neutro entre un modelo y otro (figura 1).

Figura 1. Trayectoria del diseño ambientalmente responsable



Fuente: adaptado de Reed (2007). CC BY.

Dentro de lo expuesto en el diagrama de la figura 1, es destacable que tanto la fase reconciliadora como la regenerativa tienen sus raíces en un cambio de perspectiva que lleve a entendernos como partes de un todo con subsistemas vivos interconectados. A partir de esta mirada, los edificios deben entenderse como entidades sistémicas, de modo que se dé paso a la creación de culturas regenerativas (Rodríguez-Arellano & Cobreros-Rodríguez, 2022). En esta línea, las

viviendas constituyen por su función e íntima relación con la vida humana uno de los principales escenarios de la cultura humana. Además, en el continente americano, son el foco de los primeros trabajos de zonificación bioclimática para la racionalización del consumo energético, que ha servido como punto de partida para las actuales normas de desempeño térmico de Argentina (1981), Chile (1982), México (2004) y Brasil (2005) (Walsh et al., 2014).

METODOLOGÍA

El método de investigación adoptado es el de un análisis comparativo, que posibilita verificar los puntos similares y disonantes entre la teoría y la práctica reciente de la arquitectura sustentable en vivienda social y su interacción con estrategias de diseño regenerativo. Su ejecución fue organizada en tres etapas:

- A.** Investigación bibliográfica, con enfoque teórico, que aborda definiciones, criterios y características relacionados con los conceptos de sustentabilidad y diseño regenerativo.
- B.** Investigación referencial proyectual, con enfoque en la caracterización de los tres casos de estudio de vivienda multifamiliar seleccionados como modelos de vanguardia, producto de sus recientes premiaciones internacionales:

- Premio Pritzker 2021: Rehabilitación de Vivienda de Interés Social- Bordeaux, França. Lacatton e Vassal Arquitectos (2017).
- Premio ArchDaily Building of the year 2021 en Vivienda Colectiva: Presence in Hormuz, Majara Residence-Irán. ZAV Architects (2020).
- Concurso Nacional de Habitação de Interesse Sustentável 2020: Síntesis Arquitetura -SP, Brasil. Ricardo Ricardson e equipe (2021).
- C.** Análisis comparativo de las similitudes entre las prácticas proyectuales de los casos de estudio y su concordancia o disonancia con estrategias de diseño regenerativo. Lo

anterior se efectuó tanto en lo conceptual —referente al pensamiento sistémico y el posicionamiento del hombre en relación con la naturaleza— como en lo práctico

—a través del análisis de las estrategias adoptadas por los casos de estudio y su correlación con la trayectoria del diseño ambientalmente correcto—.

RESULTADOS

Referencia proyectual

A continuación, se presentan los proyectos seleccionados en esta investigación y la caracterización de las prácticas adoptadas en ellos para la obtención de una vivienda social sostenible.

A. Premio Pritzker 2021

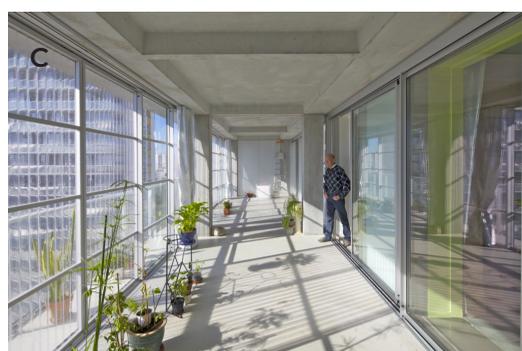
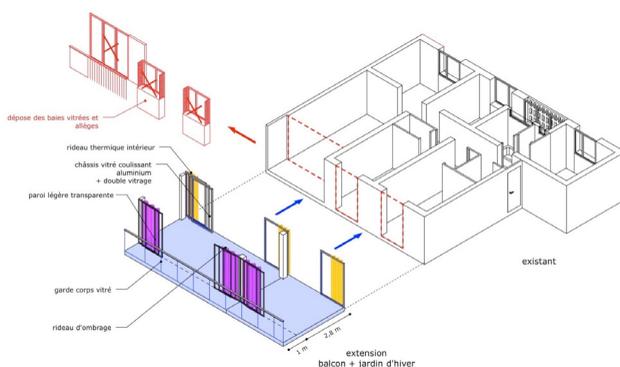
El Pritzker, premio anual que otorga la American Hyatt Foundation y que es reconocido como uno de los más grandes en el campo de la arquitectura, fue otorgado en el año 2021 al dúo Lacatton y Vassal Architects por los valores constitutivos de su trayectoria, expuestos en el proyecto de rehabilitación de 530 viviendas de interés social en Burdeos, Francia, que se

llevó a cabo en 2016, junto con Frédéric Druot y Christophe Hutin Architecture (figura 2).

En la descripción del proyecto, el equipo emplea el término *revalorización* para definir la propuesta de renovación de tres edificios (“G”, “H” e “I”) construidos en los años setenta en el distrito Cité de Grand Parc, que incluye la restauración de las principales características del proyecto original, la recuperación de la estructura existente, la creación de jardines de invierno como principal estrategia bioclimática del proyecto y una nueva franja de balcones en la fachada principal. Esta, además de mejorar la entrada de iluminación y ventilación a las viviendas, amplió su área útil y valorizó la imponente vista sobre la ciudad (*ArchDaily Brasil*, 2020b).

A

Figura 2. (A) Fachada lateral del proyecto; (B) Fachada principal del proyecto; (C) Interior del invernadero de una vivienda



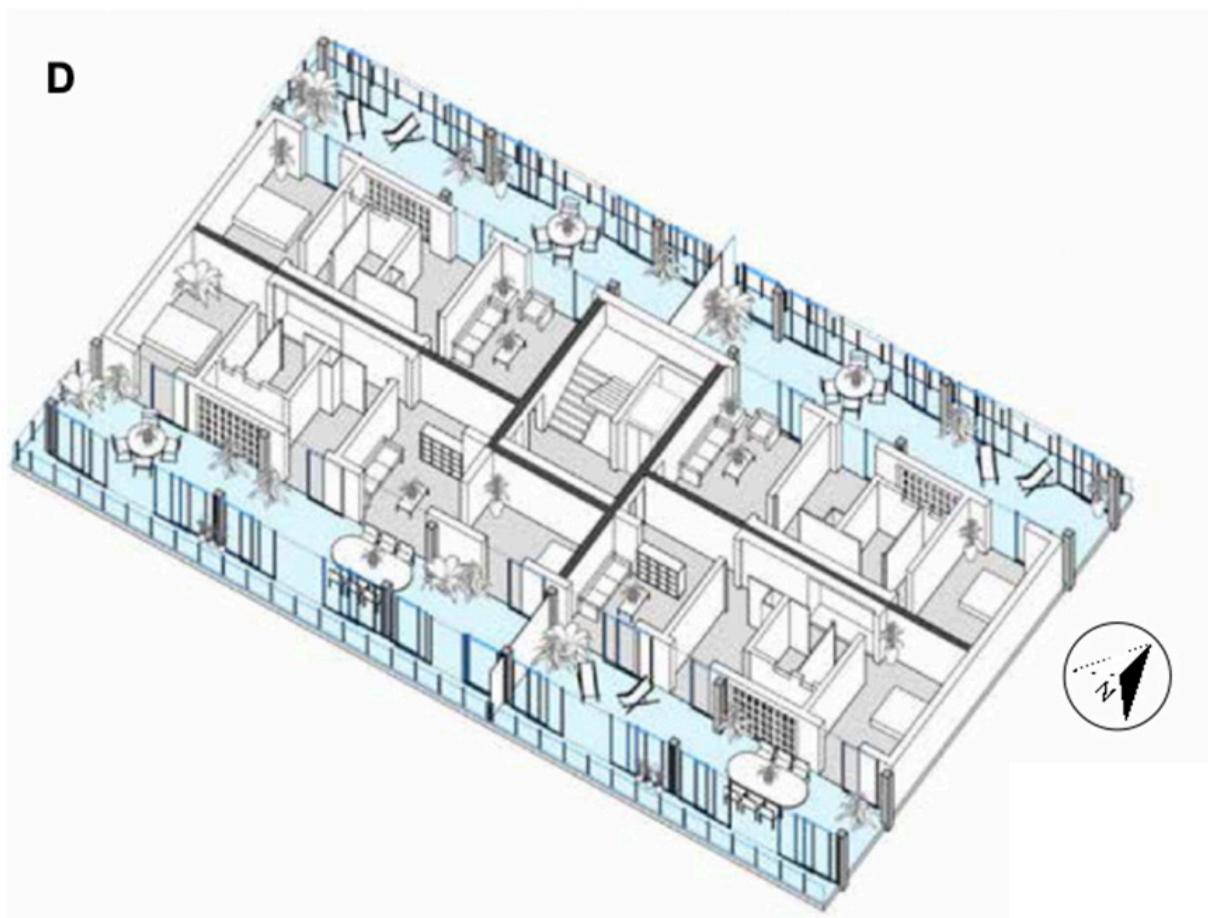
Fuente: (A) Mayoral-Moratilla (2018); (B) *ArchDaily Brasil* (2020b). Ruault Philippe © Copyright.

La inteligencia bioclimática y la sensibilidad ecológica son conceptos que caracterizan la obra de estos autores. La evaluación de desempeño térmico de Barrilero-Delgado (2020) permitió visualizar que, en la mayoría de los casos, las estrategias utilizadas suelen tener resultados positivos sobre las obras ejecutadas

por estos autores, con común tendencia al uso del jardín invernadero como recurso bioclimático para alcanzar edificios de bajo coste económico y altos niveles de confort (figura 3).

Martha Thorne, directora ejecutiva del Premio Pritzker, afirma que Lacatton y Vassal “son personas que valoran lo que preexiste

Figura 3. Planta tipo del proyecto



Fuente: Mayoral-Moratilla (2018). Lacaton & Vassal, Druot, Hutin. © Copyright.

antes de cualquier cambio. Su arquitectura busca estar acorde con el clima, la luz, el contexto, y siempre diseñan espacios donde las personas puedan desarrollar plenamente sus actividades diarias” (*Revista Axxis*, 2021, párr. 3).

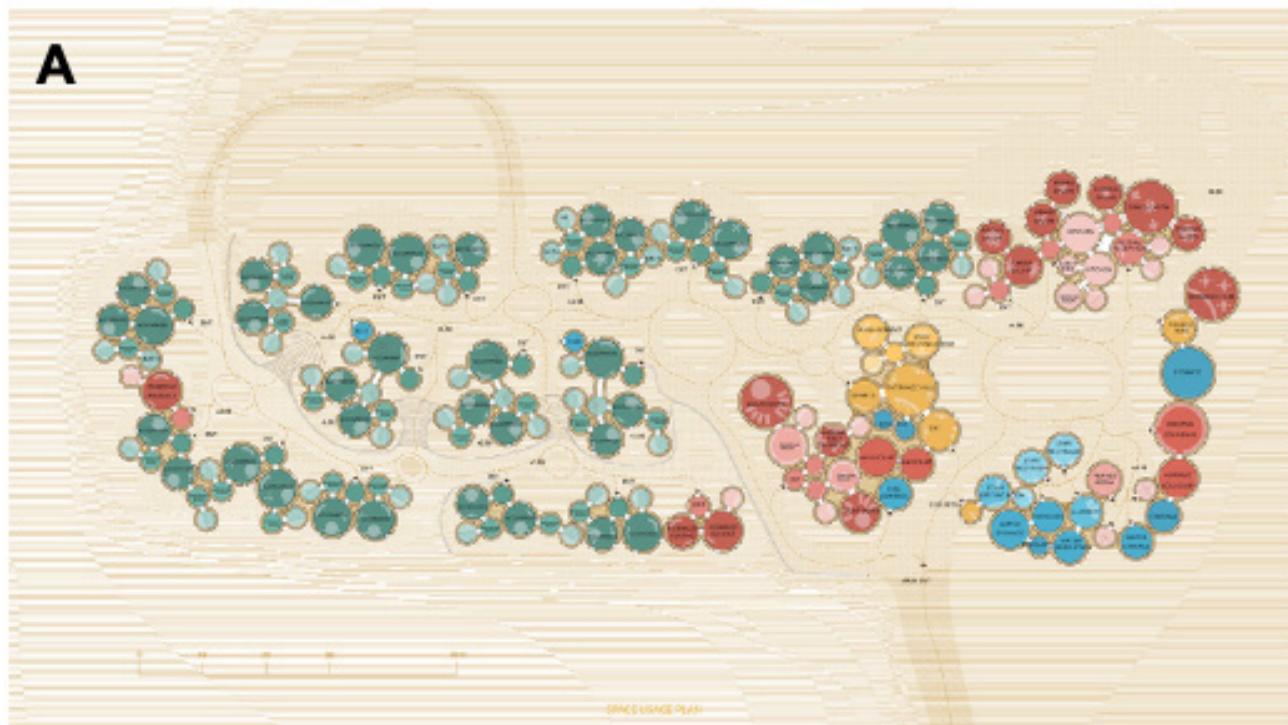
El debate sobre la obsolescencia arquitectónica constituye la principal contribución que esta dupla propone en el ámbito de la regeneración. Así, se destacan: la confianza en el valor de lo existente, enfatizando su calidad y procurando extenderlo y densificarlo; proporcionar la máxima libertad de uso, dando prioridad al espacio adicional no programado, al indefinido y al del usuario, y la recalificación en la selección de materiales, los cuales deben tener dos o tres aspectos positivos para ser elegidos, buscando utilizar la menor cantidad posible de ellos para crear el máximo espacio (Mayoral-Moratilla, 2018).

B. Premio ArchDaily Building of the year 2021 en Vivienda Colectiva: Presence in Hormuz, Majara Residence-Irán. ZAV Architects (2020)

El edificio del año *ArchDaily* es un premio de arquitectura colaborativa, elegido por los autores del portal *ArchDaily* a través de votaciones de los usuarios en diferentes categorías. En cuanto a la categoría de vivienda colectiva, el ganador de 2021 fue el proyecto Presence in Ormuz – Majara Residence de ZAV Architects (Hernández, 2021).

El proyecto se trata de desarrollo urbano (figura 4) dirigido por una institución semipública local con el fin de empoderar a la comunidad de la isla de Hormuz. Su segunda fase incluyó la creación de la residencia cultural polivalente Majara Residence, cuyo primer nombre, *majara*, significa “aventura”. El proyecto une la vida de la población local y los visitantes tanto en lo cultural como en lo económico.

Figura 4. (A) Planta de usos del proyecto; (B) Vista de fachadas del proyecto; (C) Vista interior de una de las residencias

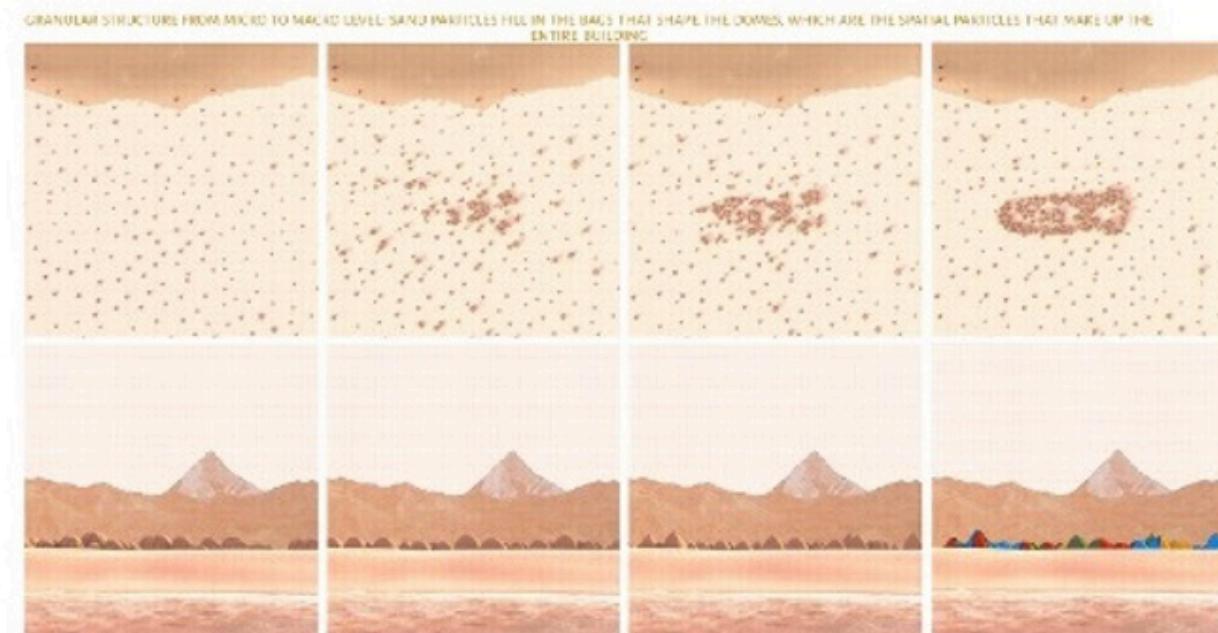


Fuente: (A) ZAV Architects © Copyright; (B) Soroush Majidi © Copyright; (C) Tahmineh Monzavi, 2020 © Copyright. Tomado de *ArchDaily Brasil*, 2020a.

Respecto a lo visual, uno de los aspectos más llamativos del proyecto es su estructura, compuesta por una infinidad de cúpulas de una escala compatible con la escala de la construcción artesanal regional mediante la técnica de *superadobe*, desarrollada por el reconocido arquitecto local Nader Khalili

(figura 5). Esta, sumada a la condición colorida del proyecto, que, como indican los arquitectos, está inspirada en las partículas que componen el ecotono de la isla, da la sensación de que la tierra se hubiese hinchado para producir el espacio de alojamiento (*Cultura Inquieta*, 2020).

Figura 5. Diagrama conceptual del proyecto



Fuente: ArchDaily Brasil (2020a). ZAV Architects © Copyright.

Sin embargo, como explican los mismos organizadores del concurso, el mayor valor sostenible de este proyecto, debido a que fue desarrollado en Irán —un país con un contexto asediado por los conflictos bélicos—, es su capacidad de ser un mediador de convergencia entre intereses de diferentes grupos del país. Majara Residence logra lo anterior a través de la organización del evento anual Land Art en Ormuz, que reúne a propietarios de tierras del vecino puerto de Bandar Abbas, inversionistas de la capital Teherán y la población local de Ormuz como socios del evento.

En su práctica constructiva, el proyecto también adoptó estrategias sustentablemente efectivas, tales como: 1) construir económicamente; 2) asignar una mayor parte del presupuesto a costos de mano de obra y capacitación en lugar de costosos materiales importados; 3) proyectar un escenario espacial adaptable y preparado para el futuro que pueda responder a necesidades imprevistas, y 4) utilizar los materiales y la mano de obra de Irán para reducir los costos de construcción y transporte y aumentar el PIB, con lo que se amplió la escala de beneficios del proyecto (ArchDaily Brasil, 2020a).

Para ZAV Architects, la arquitectura, la construcción y la implementación de una agenda nacional a gran escala son medios para converger los beneficios de inversores y comunidades locales con el objetivo de producir una arquitectura basada en la creatividad colectiva.

C. Concurso Nacional de Habitação de Interesse Sustentável 2020: Síntesis Arquitetura -SP, Brasil. Ricardo Ricardson e equipe (2021)

El Concurso Nacional de Habitação de Interesse Sustentável 2020, en Brasil, evalúa la aplicación de conceptos de sustentabilidad, eficiencia energética y procesos constructivos industrializables o replicables, adaptables a las diferentes zonas bioclimáticas de Brasil bajo siguientes criterios: viabilidad económica técnica y constructiva; implantación; programa de necesidades; organización del conjunto; código de obras y normas en general; accesibilidad y movilidad; confort ambiental; ecoeficiencia; aportes adicionales a la tecnología, ecología, armonía, y proporción del conjunto arquitectónico (Instituto de Arquitetos do Brasil Departamento do Distrito Federal, 2021).

Según el comité evaluador del concurso, el proyecto Síntesis Arquitetura se destacó por la implantación de las áreas comunes y comerciales propuestas, las cuales varían entre sí con la finalidad de favorecer la integración con el vecindario inmediato (figura 6). La adaptabilidad del proyecto a diferentes situaciones urbanas se consideró como uno de sus aspectos más destacables (Baratto, 2021).

Figura 6 . Estrategias de implantación Proyecto Síntesis Arquitectura



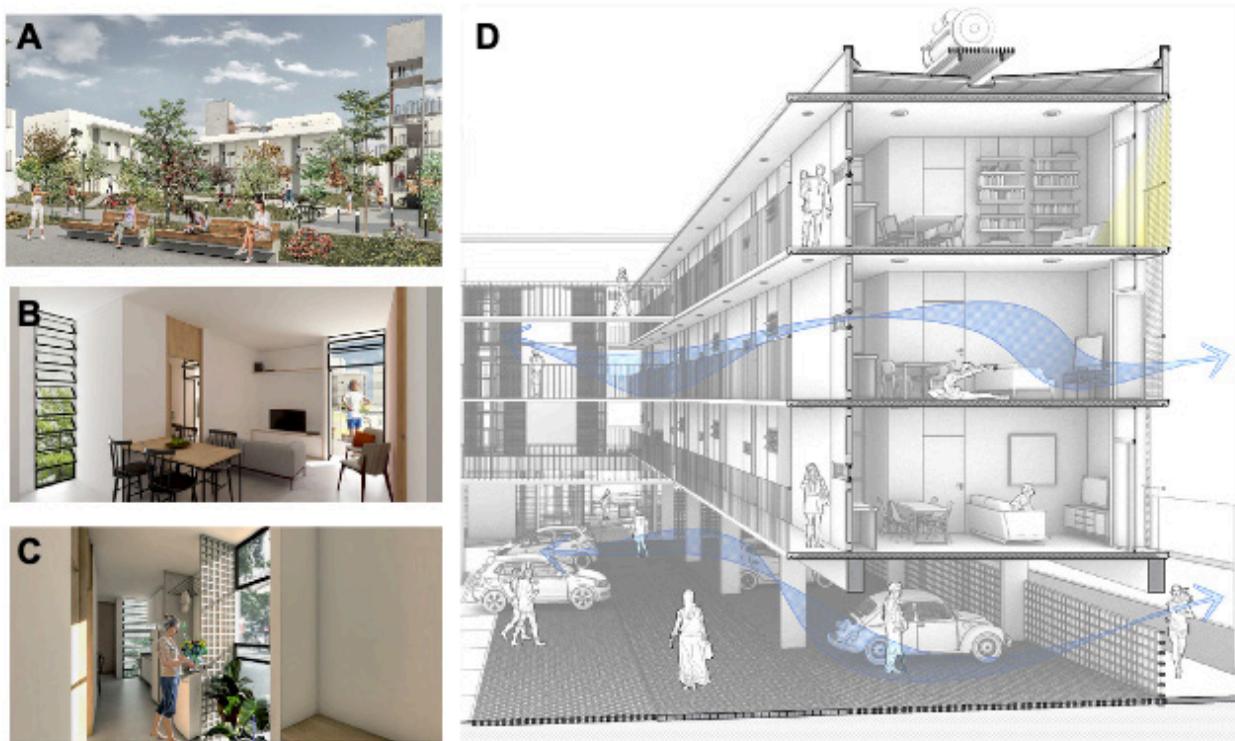
Fuente: Concursosdeprojeto.org (2021). © Copyright.

El proyecto contempla 72 unidades habitacionales divididas en módulos a partir de la composición familiar. Los entornos, además de seguir las medidas mínimas establecidas por el programa de necesidades y la normativa vigente, están adaptados a personas con movilidad reducida. La propuesta fue elaborada con el objetivo de garantizar economía, bajo mantenimiento y factibilidad para la industrialización. Como sistema constructivo y estructural emplea paneles nervados de hormigón armado prefabricado. Todo lo anterior optimiza el proceso y el costo de construcción, así como el manejo de los residuos, además, el sistema propuesto permite producir estos paneles en una fábrica o galpón, con lo que se prioriza el uso de materiales locales,

se evitan grandes desplazamientos y se potencia el comercio interno.

La propuesta buscó también aprovechar estrategias pasivas de confort y eficiencia energética definidos para la zona climática de São Paulo, como el uso de colores apropiados en las fachadas, ventilación cruzada, marcos empotrados, elementos independientes de protección y sombreado, y áreas verdes. De esta manera, se espera potenciar la ecoeficiencia, reducir las cargas térmicas internas, además de fomentar y concienciar sobre el reciclaje y la movilidad activa. La cubierta, a su vez, permite captar el agua pluvial y almacenarla en cisternas, de modo que se asegure el abastecimiento de las zonas comunes.

Figura 7. (A) Vista 3D de las áreas exteriores del proyecto; (B) (C) Vistas internas de las viviendas; (D) Diagrama bioclimático del proyecto



Fuente: Concursosdeproyecto.org (2021). © Copyright.

DISCUSIÓN

En la comparación de los tres proyectos seleccionados se evidencia la variedad de posibilidades constructivas nacidas a partir del concepto de sustentabilidad, con resultados formales bien diferenciados dependiendo del foco o la dimensión que se tome como más relevante dentro de cada proyecto. Es destacable que en todos los casos estudiados el impacto de las estrategias aplicadas fue superior a la dimensión de aplicación. Esto demuestra el carácter integral de la praxis de sustentabilidad abordada en estos proyectos, que se muestra como un concepto que, además de multifactorial, es multipotencial, por lo que en su práctica exige la constante del pensamiento sistémico, asociada inicialmente en la comparativa de Teruel (2018) con la regeneración.

En el caso del proyecto de Lacatton y Vassal, por ejemplo, la estrategia de ampliación de la fachada principal y la modificación de los cerramientos, entendible en primera instancia como una acción técnica de adecuación bioclimática para mejorar el confort interno, conllevó también impactos ambientales y económicos a través de la consecuente disminución del consumo energético y la emisión de CO₂ a la atmósfera, y de impactos socioculturales, con la adecuación temporal de la obra arquitectónica y la amplitud de espacios para los usuarios.

Por su parte, los proyectos Síntesis Arquitectura y Majara Residence, en los que destacan premisas básicas como la incorporación de espacios colectivos para la interacción social,

demuestran que estas estrategias inicialmente circunscritas dentro de la dimensión técnico-social, cuando son integradas a la realidad cultural o económica preexistente, como en el caso del evento Land Art en Ormuz, amplifican exponencialmente su alcance y, así, potencian el impacto temporal de la sustentabilidad tanto de la obra como de la cultura que la alberga.

El paso de la sustentabilidad a la regeneración, como una práctica multipotencial que lleva a impactos globales a través de acciones puntuales, exige un pensamiento sistémico como constante en la toma de decisiones constructivas. Este tipo de pensamiento estuvo presente en algunos puntos de los proyectos trabajados; sin embargo, es destacable que en la narrativa de los proyectos este pensamiento sistémico fue más comúnmente abordado con foco en el hombre como centro y no necesariamente asociado con la coevolución de la naturaleza como una entidad completa, columna vertical del diseño regenerativo de acuerdo con las definiciones de Littman (2009) y Clegg (2012).

Las estrategias de adaptación bioclimática, aplicadas en proyectos específicos según su contexto, ofrecen diversas acciones para mejorar el rendimiento energético y el confort de los ocupantes. Ejemplos de estas estrategias incluyen el uso de jardines de invierno en Francia, el empleo del superadobe como material de construcción en Irán y la implementación de elementos de sombreado y ventilación cruzada en Brasil. Estas estrategias resaltan la

capacidad del entorno natural para generar beneficios en los espacios construidos y para quienes los habitan. Sin embargo, se pasa por alto una de las premisas fundamentales de la visión regenerativa: el potencial del entorno construido para proveer y regenerar el espacio natural y el ecosistema en su conjunto. Esto revela una perspectiva más mecanicista, con el ser humano aún en el centro, lo que, según la definición de Teruel (2018), representa una visión más sustentable que regenerativa.

Es destacable, por contraposición, el proyecto Síntesis Arquitectónica, que, además de estrategias pasivas, aborda la captación y la reutilización del agua pluvial como estrategia activa para abastecer las necesidades de las áreas comunes del edificio, abriendo el panorama sobre posibilidades estratégicas para la adaptación a los cambios climáticos del Antropoceno.

La viabilidad constructiva a través de la estandarización modular es otra premisa común en los tres casos de estudio. En el caso del proyecto francés y el brasileño, esta viabilidad constructiva se trabaja mediante la prefabricación industrial y se destaca por permitir la racionalización previa del uso de materiales y la reducción de desperdicios en obra. En el caso del proyecto iraní de ZAV Architects, por su parte, se valora

el uso de técnicas, materiales y mano de obra local, con lo que se reduce costos y se capacita técnicamente a la población local. No obstante, en los tres casos estas acciones se destacan más por sus beneficios socioeconómicos que por sus impactos ambientales asociados con el uso de la energía, la generación de gases de efecto invernadero o el depósito final de los materiales utilizados, puntos relevantes en la concepción de diseño regenerativo y que, de acuerdo con Bharath (2019), permiten constituir un ciclo de vida cerrado que, además de adaptarse al contexto presente, se proyecta sistemáticamente al progreso futuro.

Así, cuando los proyectos son analizados en su correlación dentro de la trayectoria de diseño ambientalmente responsable propuesto por Bill Reed (2007), y en correlación con la estrategia de triple acción propuesta por Sachs (2007) para la reconfiguración energética, es perceptible que la mayoría de las estrategias adoptadas en ellos se ubican entre los dos primeros niveles de la escala, es decir, entre el diseño verde y el diseño sustentable, enfocados en mayor medida en la reducción de la demanda de energía. Por tanto, todavía se encuentran en el ámbito de lo referido como diseño degenerativo y aún son asíncronos en lo que respecta a características de la arquitectura regenerativa (tabla 2).

Tabla 2. Análisis de las estrategias adoptadas por los casos de estudio y su correlación con la trayectoria del diseño ambientalmente correcto

Finalidad (Sachs, 2007)	Trayectoria diseño (Reed, 2007)	Líneas de Acción	P1(a)	P2(b)	P3(c)
Reducción de la demanda de energía	N1: Verde	Racionalidad energética Reducción de la contaminación	Adaptación bioclimática; estrategia de no demolición	Adaptación bioclimática, material y tecnológica	Adaptación bioclimática
		Reducción de desperdicios	Elementos de prefabricación industrial	Uso de materiales naturales	Elementos de prefabricación industrial
		Descentralización y cooperación social	Actualización de espacios existentes	Integración cultural y tecnológica	Valorización espacios colectivos
Sustitución significativa del las energías fósiles	N2: Sustentable	Búsqueda de la belleza	Valorización de las vistas	Uso de color	Composición y arborización
		Integración de energías limpias	X	X	X
		Adaptación al Antropoceno	X	X	Reutilización del agua
Secuestro de los gases de efecto invernadero	N3.1: Restauradora	Mitigación del cambio climático	X	X	Arborización
	N3.2: Reconciliadora	Cambio modelo económico	Reutilización	X	X
	N3.3: Regeneradora	Resiliencia ambiental	X	X	X

Fuente: elaboración propia (2022). CC BY.

Solo algunas acciones puntuales en cada proyecto, como la propuesta de tecnificación y el uso de materiales locales de ZAV Architects, el concepto de no demolición de Lacatton y Vassal, la referencia al aprovechamiento de las aguas pluviales y la apuesta por la arborización en el proyecto de Síntesis Arquitectura, se presentan como referentes de restauración y reconciliación con el ambiente natural, valorando la adecuación de lo existente y en contraposición a la cultura del consumo ilimitado que degeneró en el Antropoceno. Sin embargo, al ser abordados al margen de la idea de regeneración, no presentan en la descripción la repercusión que estas estrategias tienen sobre la Tierra como sistema. Así, por ejemplo, la arborización, habilidad natural de la vegetación para el secuestro de gases de efecto invernadero, queda supeditada a aspectos estéticos o térmicos.

Es relevante que la búsqueda de la belleza como parte del proceso de habitar y no como un lujo es un valor que, aunque no asociado con la teoría de la sustentabilidad, en la praxis se

CONCLUSIONES

El análisis desarrollado muestra, en primera instancia, que las necesidades multifactoriales de sustentabilidad en la construcción del espacio habitado han sido históricamente, y aún hoy en día, superiores a la noción dominante en la práctica del concepto.

Esta noción contemporánea de sustentabilidad, visualizada a partir de los proyectos analizados y que está centrada aún en el hombre como actor diferenciado de la naturaleza, presenta mejoras en relación con las prácticas constructivas que la anteceden, especialmente en lo que se refiere a las estrategias pasivas que permiten la reducción del consumo energético sin la pérdida del confort interno. Sin embargo, cuando se analiza desde su adaptación al Antropoceno y la aplicación de estrategias activas para la mitigación de los efectos del cambio climático —como el uso de fuentes de energías renovables y la regeneración de los ecosistemas perturbados—, el paso de la teoría a la práctica constructiva se muestra mucho menos asimilada.

El desarrollo económico predominante en la actualidad, basado en la idea del consumo infinito de recursos, se contrapone directamente con la efectiva y continuada práctica de este tipo de estrategias, por lo que no es sorpresa que las obras analizadas, premiadas en el esquema actual de la sustentabilidad, no muestren un enfoque totalmente centrado en las líneas del Antropoceno y la regeneración, que, de acuerdo con Acosta (2019), implican para su consolidación un cambio profundo en el modelo económico vigente y en el posicionamiento del hombre en relación con la

muestra como destacado en los tres proyectos: a través del uso intencionado de color en el proyecto iraní; con el cuidado en la valorización de las vistas sobre la ciudad en el proyecto francés, y a través de la composición volumétrica y la reforestación de las áreas comunes en el proyecto brasileño.

Los proyectos actualmente destacados y premiados en el área de la sustentabilidad, como puede verse, sí presentan una excelente respuesta al contexto y la realidad climática histórica de sus localidades de emplazamiento, pero no con similar eficacia en lo que respecta a estrategias de adaptación a los cambios climáticos ya prospectados —y, en algunos casos, ya vivenciados— que acarrea el Antropoceno. Asimismo, tampoco abordan apuestas proyectuales de índole regenerativo que permitan la mitigación de estos efectos. Fue llamativo, a este respecto, la falta de propuestas de fuentes alternativas para la generación de energía limpia u otras estrategias arquitectónicas activas para la regeneración natural de los espacios habitados en los proyectos trabajados.

naturaleza (Teruel, 2018), con un énfasis actual en la reconfiguración energética (Sachs, 2007). Este último aspecto es el menos abordado en los proyectos analizados; en todos sobresale la exclusión de propuestas para la generación de energía limpia y la profundización en la capacidad vegetal para el secuestro de gases de efecto invernadero.

No obstante, es resaltable que, aunque en una forma aún muy incipiente y más alineadas a la mitigación que a la regeneración o la adaptación al Antropoceno, las obras analizadas refieren ejemplos de la puesta en práctica del pensamiento sistemático, directamente asociado con el concepto de diseño regenerativo: En el caso de ZAV Architects, con la propuesta de uso y tecnificación de materiales naturales para la construcción, se disminuye la contaminación por desperdicios y se facilita la reutilización de material una vez cumplida la vida útil de la edificación; en el caso de Lacatton y Vassal, a través del concepto de no demolición que apuesta al aprovechamiento, la actualización y la diversificación del repertorio construido existente, se extiende la vida útil de la obra y se mejoran las condiciones de vida de los habitantes, y, finalmente, en lo referido en la propuesta de Síntesis Arquitectónica, en la reconciliación con la naturaleza a través de la integración con sus ciclos naturales para un racional aprovechamiento de lo que ella otorga, como lo es el reaprovechamiento del agua pluvial o la inclusión de vegetación al proyecto.

El paso de la sustentabilidad a la regeneración se encuentra aún, como puede verse, en un estado muy incipiente, con la necesidad de

profundización y ejemplificación en acciones concretas que permitan su multiplicación, de modo que forme parte de la nueva normalidad,

en lugar de limitarse a casos excepcionales dentro del repertorio construido de nuestras ciudades.

CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Este artículo deriva de una investigación llevada a cabo de forma conjunta entre la Universidad Federal de Alagoas en Brasil y la Universidad de Chiapas en México por el programa de Posgrado en Arquitectura y Urbanismo, en el marco de la asignatura Tecnología, Arquitectura y Sustentabilidad.

Los autores de este trabajo han realizado las siguientes contribuciones: Oriana Yenahi Andrade Serrano y Polyanna Omena Costa Santos, concepción, adquisición de datos, redac-

ción e interpretación de resultados; Ricardo Víctor Rodrigues Barbosa y Gabriel Castañeda Nolasco, revisión crítica con aporte de contenido intelectual y revisión de la versión final. Los autores declaran que no tienen conflictos de interés relevantes en relación con la investigación presentada.

Agradecemos a la Organización de Estados Americanos que, a través del Programa Beca Brasil PAEC OEA-GCUB 2019, posibilitó la elaboración de este trabajo.



REFERENCIAS

- Acosta, D. (2019). *Diseñar en el Antropoceno. La arquitectura más allá de la sostenibilidad*. FAU-UCV.
- ArchDaily Brasil. (2020a, 14 de abril). Transformación de 530 unidades habitacionales en Burdeos / Lacaton & Vassal + Frédéric Druot + Christophe Hutin architecture. *ArchDaily Brasil*. <https://www.archdaily.com.br/br/953754/edificio-residencial-presenca-em-ormuz-2-zav-architects>
- ArchDaily Brasil. (2020b, 24 de diciembre). Edifício Residencial Presença em Ormuz 2 / ZAV Architects. *ArchDaily Brasil*. <https://www.archdaily.com.br/br/953754/edificio-residencial-presenca-em-ormuz-2-zav-architects>
- Asamblea General de la ONU (2000). A/RES/55/199: Ten-year review of progress achieved in the implementation of the outcome of the United Nations Conference on Environment and Development: draft resolution. <https://digitalibrary.un.org/record/425736?ln=es>
- Baratto, R. (2021, 27 de junio). Resultado do concurso nacional de Habitação de Interesse Sustentável. *ArchDaily Brasil*. <https://www.archdaily.com.br/br/963045/resultado-do-concurso-nacional-de-habitacao-de-interesse-sustentavel>
- Barrilero-Delgado, M. (2020). *Análisis bioclimático de la obra de Lacaton y Vassal* [Trabajo de grado]. Universidad Politécnica de Madrid. <https://oa.upm.es/62875/>
- Bharath, H. (2019). *A study on regenerative architecture* [Disertación]. National Institute of Technology, Rourkela, Rourkela. <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.13066.52166>
- Boarin, P., & Martínez-Molina, A. (2022). Integration of environmental sustainability considerations within architectural programmes in higher education: A review of teaching and implementation approaches. *Journal of Cleaner Production*, 342, 130989. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130989>
- Boff, L. (2012). *Sustentabilidade: o que é e o que não é*. Vozes.
- Borowy, I. (2013). *Defining sustainable development for our common future: A history of the World Commission on Environment and Development (Brundtland Commission)*. Routledge.
- Castiblanco-Prieto, J. J., Aguilera-Martínez, F. A., & Sarmiento-Valdés, F. A. (2019). Principios, criterios y propósitos de desarrollo sustentable para la redensificación en contextos urbanos informales. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 21(1), 21-33. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2019.21.1.1209>
- Clegg, P. (2012). A practitioner's view of the "Regenerative Paradigm". *Building Research & Information*, 40(3), 365-368. <https://doi.org/10.1080/09613218.2012.663557>
- Concursosdeprojeto.org. (2021, 19 de junio). *Premiados- Habitação de Interesse Sustentável, Primeiro Lugar Santos-SP*. Concursosdeprojeto.org. <https://concursosdeprojeto.org/2021/06/19/premiados-habitacao-de-interesse-sustentavel/>
- Crutzen, P. J. (2002). The "anthropocene". *Journal de Physique IV (Proceedings)*, 12(10), 1-5. <https://doi.org/10.1051/jp4:20020447>
- Cultura Inquieta. (2020, 11 de diciembre). Un grupo de coloridas viviendas para vivir en comunidad en la isla de Hormuz, Irán. *Cultura Inquieta*. <https://culturainquieta.com/es/arte/arquitectura/item/17528-un-grupo-de-coloridas-viviendas-para-vivir-en-comunidad-en-la-isla-de-hormuz-iran.html>
- Guimarães, R. P., & Fontoura, Y. S. R. (2012). Rio+20 ou Rio-20?: *Crônica de um fracasso anunciado*. *Ambiente & Sociedade*, 15(3), 19-39. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2012000300003>
- Hernández, D. (2021, 21 de febrero). Os 15 vencedores do Prêmio ArchDaily Building of the Year 2021 (R. Baratto, Trad.). *ArchDaily Brasil*. <https://www.archdaily.com.br/br/957196/os-15-vencedores-do-premio-archdaily-building-of-the-year-2021>

- Holden, E., Linnerud, K., & Banister, D. (2017). The imperatives of sustainable development: The imperatives of sustainable development. *Sustainable Development*, 25(3), 213-226. <https://doi.org/10.1002/sd.1647>
- laquinto, B. O. (2018). A sustentabilidade e suas dimensões. *Revista da ESMESC*, 25(31), 157-178. <https://doi.org/10.14295/revistadaesmesec.v25i31.p157>
- Instituto de Arquitetos do Brasil Departamento do Distrito Federal. (2021). *Editais Concurso Ideias de Arquitetura – Habitação de Interesse Sustentável*. [Concursosdeprojeto.org](https://concursosdeprojeto.org). <https://concursosdeprojeto.org/2021/03/15/concurso-habitacao-de-interesse-sustentavel/>
- Littman, J. A. (2009). *Regenerative architecture: A pathway beyond sustainability* [Tesis de maestría]. University of Massachusetts. <https://scholarworks.umass.edu/theses/303>
- Marques, C. T. (2018). *Sustentabilidade empresarial aplicada à construção civil: Identificação de estratégias para implantação* [Tesis de maestría]. Universidade de Passo Fundo. <http://tede.upf.br/jspui/handle/tede/1461>
- Marsino, R. (2020). *Para una arquitectura antropocénica: Habitando infraestructuras del paisaje tecnológico de Atacama* [Tesis de maestría]. Pontificia Universidad Católica de Chile. <https://doi.org/10.7764/tesisUC/ARQ/48212>
- Mayoral-Moratilla, J. (2018). Lacaton & Vassal: Condiciones abiertas para el cambio permanente. Entrevista con Anne Lacaton. *Materia arquitectura*, 18, 6-21. https://www.lacatonvassal.com/data/documents/20190905-171740Revista_Materia_Arquitectura_18.pdf
- Mella, P. (2022). Global warming: Is it (Im)possible to stop it? The systems thinking approach. *Energies*, 15(3), 705. <https://doi.org/10.3390/en15030705>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2016). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. ONU. <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- Organización Meteorológica Mundial [OMM]. (2019). *The Global Framework for Climate Services: Work Plan 2019–2020*. OMM. https://library.wmo.int/viewer/56821/download?file=GFCS_Workplan-1_en.pdf&type=pdf
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. (2020). *2020 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector*. PNUMA. https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR_FULL%20REPORT.pdf
- Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos [ONU-Hábitat]. (Ed.). (1993). *Development of national technological capacity for environmentally sound construction*. ONU-Hábitat. <https://digitallibrary.un.org/record/624386>
- Programa Mundial de Investigaciones Climáticas [PMIC]. (2021, 1 de febrero). *WCRP grand challenge on carbon feedbacks in the climate system*. PMIC. <https://www.wcrp-climate.org/gc-carbon-feedbacks>
- Reed, B. (2007). Shifting from 'sustainability' to regeneration. *Building Research & Information*, 35(6), 674-680. <https://doi.org/10.1080/09613210701475753>
- Revista AXXIS. (2021, 16 de marzo). Lacaton y Vassal: Los nuevos ganadores del premio Pritzker 2021. *Revista AXXIS*. <https://revistaaxxis.com.co/arquitectura/lacaton-y-vassal-los-nuevos-ganadores-del-premio-pritzker-2021/>
- Rodríguez-Arellano, M. L., & Cobreros-Rodríguez, C. (2022). De la arquitectura sostenible a la arquitectura regenerativa, un cambio de paradigma en el contexto mexicano. *Perspectivas de la Ciencia y la Tecnología*, 5(8), 82-93. <https://revistas.uaq.mx/index.php/perspectivas/article/view/681>
- Sachs, I. (2007). A revolução energética do século XXI. *Estudos Avançados*, 21(59), 21-38. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142007000100004>

- Teruel, S. (2018). *Análisis y aproximación a la definición del paradigma del turismo regenerativo* [Tesis de maestría]. Universidad para la Cooperación Internacional]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22518.45126>
- Walsh, A., Chebel Labaki, L., & Cóstola, D. (2014). Panorama do Zoneamento Bioclimático nas Américas. *XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, 1, 994-1003. <https://doi.org/10.17012/entac2014.726>
- World Commission on Environment and Development [WCED]. (1987). *Our common future*. Oxford University.
- Yagi, C., Scopel, C., Bernardes, C., Csillag, D., Ferraz de Campos, E., & de França Leite, L. Jr. (2011). *Conduas de Sustentabilidade no Setor Imobiliário Residencial*. Secovi-SP. <http://www.secovi.com.br/sustentabilidade/caderno-de-sustentabilidade/>
- Zapata-González, L. J., Quiceno-Hoyos, A., & Tabares-Hidalgo, L. F. (2016). Campus universitario sustentable. Plan maestro de ordenamiento físico universidad católica de manizales. *Revista de Arquitectura*, 18(2), 107-119. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2016.18.2.10>

De la “Quesana” tradicional a un sistema modular de paneles aislantes de Totora

From the traditional “quesana” to a modular system of reed insulation panels

Recibido: marzo 29 / 2022 • Evaluado: julio 10 / 2022 • Aceptado: julio 16 / 2023

Gloria Cecilia Jiménez-Dianderas^{*}
Pontificia Universidad Católica del Perú, PUCP,
Lima (Perú)
Departamento de Arquitectura

Teresa del Pilar Montoya Robles^{**}
Pontificia Universidad Católica del Perú, PUCP,
Lima (Perú)
Departamento de Arquitectura

Silvana Loayza León^{***}
Pontificia Universidad Católica del Perú, PUCP,
Lima (Perú)
Departamento de Arquitectura

RESUMEN

La “Totora” es una fibra natural disponible en el lago Titicaca, al sur del Perú, y de uso tradicional entre las comunidades circundantes. Actualmente existe un importante excedente, por lo que anualmente se quema una gran cantidad de totorales. Este estudio plantea el uso y la estandarización de la totora como material aislante térmico y de baja energía incorporada, para extender su uso a edificaciones en la fría región altoandina. Se realizó la exploración en campo de esta fibra natural y de cómo la trabajan las comunidades del lago, a través del intercambio tecnológico con pobladores locales. A partir de esta experiencia, y a través de pruebas básicas en gabinete, se desarrolló el panel doble cruzado y modular de totora. La transmisión térmica del panel se comprobó con pruebas de laboratorio. Se construyó un prototipo de vivienda con cerramiento de paneles de totora y estructura de madera, monitoreando su desempeño constructivo y térmico por tres meses. El resultado térmico fue mejor que el de una cabaña tradicional alto-andina. El panel de totora propuesto mantuvo su forma, rigidez y características aislantes, demostrando su potencial como material constructivo natural y de bajo impacto ambiental en su procesamiento.

Palabras clave:

aislamiento térmico; altiplano; fibra natural; prefabricación; tecnología apropiada.

ABSTRACT

“Totora” is a natural fiber found in Lake Titicaca in the Andean region of Southern Peru, and is traditionally used by the surrounding communities. Currently, there is a significant surplus and a large amount of “totoraes” is burned annually. This study proposes the use and standardization of totora as a thermal insulating material with low embodied energy, in order to extend its use to buildings in the cold high Andean region. The field study of this natural fiber and its use by the lake communities was carried out through technological exchange with local people. From this experience, and through basic laboratory tests, the double crossed and modular Totora reed panel was developed. The thermal transmission of the panel was verified with laboratory tests. A prototype house was built with a reed panel enclosure and a wooden structure, and its structural and thermal performance was monitored for three months. The thermal performance was better than that of a traditional high Andean cottage. The proposed totora reed panel maintained its shape, stiffness and insulating properties, demonstrating its potential as a natural building material with low environmental impact in its processing.

Keywords:

appropriate technology; highlands; natural fibers; prefabrication; thermal insulation.

CÓMO CITAR

Jiménez-Dianderas, G. C., Montoya Robles, T. del P., & Loayza León, S. (2024). De la “Quesana” tradicional a un sistema modular de paneles aislantes de Totora. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(1), 125-146. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.4578>

- ✪ Arquitecta, Universidad Ricardo Palma, Lima (Perú).
Magíster en Arquitectura con Énfasis en Diseño Consciente de la Energía, University of New Mexico. Albuquerque (Estados Unidos de América)
Magíster de Filosofía en Arquitectura, University of Cambridge (Reino Unido)
🔗 <https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=VKEKJdkAAAAJ>
🆔 <https://orcid.org/0000-0002-3727-9207>
✉ gjimenez@pucp.edu.pe jimenezcecilia36@gmail.com
- ✪✪ Arquitecta, Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima (Perú).
Magíster en Construcción y Tecnología de Edificaciones Históricas, Universidad Politécnica de Madrid. (España)
🔗 <https://scholar.google.com/citations?user=CQHCGZoAAAAJ&hl=en>
🆔 <https://orcid.org/0000-0003-2764-5901>
✉ tmontoya@pucp.edu.pe t.montoya.robles@gmail.com
- ✪✪✪ Arquitecta, Universidad Católica del Perú. Lima (Perú)
🔗 <https://scholar.google.com/citations?user=Qyp2ca0AAAAJ&hl=en&oi=ao>
🆔 <https://orcid.org/0000-0002-9389-3826>
✉ silvana.loayza@pucp.pe silvana.loayzaleon@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Este estudio es parte de una investigación que propone una solución de vivienda temporal apropiada para el clima frío severo de la zona altoandina de Puno utilizando la totora como material aislante y de cerramiento. La investigación incluyó el diseño, la fabricación y el ensamblaje de paneles aislantes de totora, así como su utilización y monitoreo térmico y constructivo en un prototipo construido en la región de estudio.

La zona altoandina del Perú abarca pisos ecológicos que van desde 2300 hasta 6768 metros sobre el nivel del mar, según la clasificación de las “ocho regiones naturales” establecidas por el geógrafo peruano Javier Pulgar-Vidal¹ (2014), considerando su altitud, clima, flora y fauna. La clasificación altoandina incluye cuatro regiones, pero este estudio se enfoca en la región puna (de 4000 m.s.n.m. a 4800 m.s.n.m.), conformada en su mayor parte por mesetas andinas, lagos y lagunas, clima frío y seco, que, según la clasificación de Köppen Geiger, corresponde a un clima frío de tundra seca de alta montaña (ETH) (Wieser-Rey, 2011, p. 11). Presenta una alta oscilación termohigrométrica entre día (20°C) y noche (<0°C) durante todo el año, y una temporada de precipitaciones líquidas y sólidas de diciembre a marzo. La vegetación típica es la paja *ichu*, que sirve de alimento para ganadería vacuna, ovina y de auquénidos (Anaya-Borda, 2015, p. 7). La población es muy vulnerable ante eventos climáticos y sísmicos, debido a sus frágiles condiciones sociales y económicas, y a la rigurosidad extrema de las características geográficas.

Las viviendas tradicionales de esta región son de muros de adobe con techo de paja en los centros poblados, y de piedra con barro y techo de paja en la zona rural a mayor altitud. El desempeño térmico de estas viviendas es pobre (Jiménez et al., 2017), al igual que su comportamiento ante eventos sísmicos, frecuentes en Perú. Actualmente estos materiales se reemplazan por muros de ladrillo y concreto con techos de teja o calamina metálica en las zonas

urbanas, o con techos de solo calamina metálica en la zona rural. Estos cambios pueden responder mejor ante sismos, pero empeoran su comportamiento térmico (Rodríguez-Larraín Dégrange, 2019, p. 498).

Considerando esta realidad y para mejorar las condiciones de habitabilidad de las viviendas altoandinas del sur del Perú, se buscaron soluciones alternativas aprovechando los recursos de materiales naturales disponibles en la región, accesibles y conocidos por los pobladores y que pudieran adoptarlos culturalmente. Por todas estas características, se decidió trabajar con la totora.

La totora, *Schoenoplectus tatora* o *Scirpus californicus subsp. tatora* (Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente [CIRNMA] & Centro de Desarrollo Agrario y Forestal [CEDAFOR], 2001, p. 18), es una planta herbácea acuática perenne que crece de manera silvestre o cultivada en lagunas, esteros y pantanos en la costa y la sierra del Perú. La totora también crece en otros sectores del continente americano, como en las costas del Pacífico y del Atlántico, y en las islas de Pascua, las islas Australes y Hawái, además, también se ha introducido en Nueva Zelanda (Banack et al., 2004, p. 12). La totora de este estudio corresponde a la del lago Titicaca (3812 m s.n.m.), en Puno (13°-17° latitud sur). Puede alcanzar cuatro metros de altura, de los cuales la mitad están sumergidos bajo el agua. Su tallo es erecto, liso, flexible, liviano, rollizo y triangular (Perú Ecológico, 2007) (figura 1). Su composición es esponjosa y contiene una alta proporción de sílice (SiO₂), lo cual podría explicar por qué es una de las pocas plantas de la región resistentes a períodos de sequía y que mantiene su rigidez estructural (Ninaquispe-Romero et al., 2012, p. 2). No tiene hojas desarrolladas y las flores están en espiga, en la punta del tallo (Autoridad Binacional del Lago Titicaca [ALT] & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2000, p. 48).

¹ Javier Pulgar-Vidal fue un geógrafo peruano que aportó importantes estudios sobre la geografía peruana. En 1940 presentó su tesis *Las Ocho Regiones Naturales del Perú* en la Tercera Asamblea General del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, la cual se convirtió en el estudio más importante sobre la división geográfica del Perú y, así, desplazó a la tradicional y simple división geográfica de Costa, Sierra y Selva.

Figura 1. Rizoma de totora, totoral y totora en proceso de secado



Fuente: elaboración propia (2018) CC BY.

La totora se ha utilizado tradicionalmente como alimento para el ganado, para la fabricación de artesanías y de colchonillos típicos de la región, llamados *quesanas*, para la construcción de cabañas y embarcaciones e, inclusive, como alimento y medicina. En consecuencia, existe mucha experiencia en el uso y trabajo con totora entre las comunidades a orillas del lago Titicaca (ALT & PNUD, 2000, p. 12). Actualmente, la comunidad lacustre Chimú es la única que trabaja y comercializa las típicas *quesanas* en la zona a través de una *cosecha selectiva* sostenible, es decir, solo cuando la totora está madura, para mantener un ecosistema saludable. Los ganaderos de otras comunidades la cosechan indiscriminadamente y sin selección.

Las medidas utilizadas por los artesanos para la confección de *quesanas* son antropométricas. Por

ejemplo, para la elaboración de una *quesana* tradicional se requieren dos *pichus* de tallos de totora (un *pichu* equivale a la cantidad de totora que se puede contener al rodearla con los brazos y el pecho de una persona; equivale en promedio a 11kg) (Asociación para el Desarrollo Sustentable [ADESU] & Proyecto Especial del Lago Titicaca [PELT], 2003, p. 3). Se toman puñados o manojos de 20 a 25 tallos de totora que se van cosiendo o anudando con una soguilla comercial o elaborada por el propio artesano con fibras naturales de la región (*chillihua*). Los manojos se cosen uno a continuación del anterior, siguiendo una soga guía inferior, hasta lograr el largo deseado de la *quesana* (figura 2). Las *quesanas* tienen un espesor promedio de 4 cm, un ancho de 1.20 m a 1.50 m y un largo promedio de 2.00 m.

Figura 2. Elaboración de *quesana* en comunidad Chimú



Fuente: elaboración propia (2018). CC BY.

Los pobladores de Puno utilizan las *quesanas* en el piso como base para dormir y para formar sus cabañas. Estas viviendas se arman con una o dos capas de *quesanas* extendidas sobre una estructura simple de madera para formar muros

y techo. Como son *quesanas* apoyadas unas sobre otras, proporcionan cierta protección ante el clima fresco del día y frío de la noche, pero su composición suelta y con fibras paralelas permite la filtración de aire frío y, posiblemente,

de lluvia entre quesanas y entre las costuras de las quesanas. Sin embargo, estos usos tradicionales están siendo dejados de lado por algunas comunidades y, en consecuencia, de 20 ha a 100 ha de totora excedente de la Reserva Nacional del Titicaca se queman cada año para permitir una sana renovación de los totorales (CIRNMA & CEDAFOR, 2001, p. 32).

En los últimos años se ha estado investigando el potencial de la totora como material aislante térmico en la construcción. Hidalgo-Cordero (2007) estudió las propiedades físicas de la totora, especialmente su resistencia a la tensión y compresión, y las técnicas artesanales de su utilización, para proponer cubiertas, muros exteriores y tabiques interiores con diversas maneras de tejido y cosido.

Ninaquispe-Romero et al. (2012) efectuaron un análisis de laboratorio de las propiedades térmicas de la totora y simulaciones térmicas de prototipos de vivienda con muros de tierra cubiertos por quesanas.

Culcay-Chérrez (2014) llevó a cabo pruebas de totora prensada con aglutinante de polivinil acetato (cola de carpintero) e hizo ensayos con bloques de tallos de totora paralelos y cruzados. La alternativa llamada “tablero de totora contrachapado” con varias capas de totora entramada, unidas con aglutinante, dio los mejores resultados de resistencia a la compresión para la fabricación de objetos y mobiliario. El investigador conjeturó que se podría utilizar como material aislante en paredes, aunque no realizó un análisis térmico.

Leyda Aza-Medina (2016) evidenció el potencial aislante de la totora con pruebas de laboratorio con un estudio de la vivienda rural en la región andina de Perú. La investigadora comentó cómo esta alternativa aislante podría mejorar el confort de sus pobladores.

Hidalgo-Cordero y García-Navarro (2018) realizaron un recuento de las técnicas artesanales y tradicionales del trabajo con totora y pusieron en evidencia la escasa investigación desarrollada sobre este material. Como conclusión, rescataron la totora como una fuente alternativa de material de construcción basado en biomasa.

Esther González-Ramón (2020) hizo una recopilación y un análisis de publicaciones y casos de estudio en todo el mundo sobre materiales biodegradables para determinar su viabilidad en la arquitectura contemporánea como una alternativa sostenible, muchas veces más confortable y más respetuosa con el medioambiente que los materiales convencionales.

En otra investigación se experimentó la fabricación de muestras de paneles con

totora triturada, comprimidas con calor y sin aglutinante; sin embargo, los resultados demostraron que se requiere más investigación para cumplir con estándares de cohesión y resistencia (Hýsková et al., 2020).

El artículo sobre el estudio del comportamiento físico-mecánico de rollos de totora amarrados (Hidalgo-Castro et al., 2019) demuestra la importancia de la tensión de amarre, el diámetro y la longitud en los rollos de totora. Concluye que una tensión de amarre de hasta 3kg mejora la resistencia a la compresión del rollo de totora, pero si excede esta cantidad rompe la estructura del tallo y afecta su resistencia. En el caso de la resistencia a la flexión, la longitud del tallo y el diámetro del rollo de totora son los que impactan de forma más significativa.

En otro artículo de Hidalgo-Cordero et al. (2020) que compara paneles no cosidos se estudian las cualidades físicas de tres tipos de tableros fabricados con totora triturada y prensados con placa caliente: de tallo completo, solo de corteza de tallo, y solo con la parte interior esponjosa del tallo. La investigación demuestra que el panel hecho del interior esponjoso tiene mayores cualidades de cohesión y módulo de ruptura, pero cuenta con una mayor absorción de humedad; los tableros de corteza, por la lignina, absorben menos humedad, pero tienen menos resistencia mecánica.

El grupo de investigación Centro Tierra (PUCP) elaboró un proyecto de investigación aplicada de 2014 a 2016 (Rodríguez-Larraín Dégrange et al., 2018) en el que se construyó un prototipo de vivienda en una comunidad de Puno a 4800 m.s.n.m. Para este, se utilizó la quesana simple de totora adosada a muros de adobe como aislamiento térmico de muros y techo (Jiménez et al., 2017; Wieser-Rey & Rodríguez-Larraín, 2021). Los resultados positivos de este uso de la totora incentivaron a algunos pobladores del lugar a utilizar la quesana apoyada a cerramientos de calamina para refugios temporales, que armaron después de un evento sísmico. Otro equipo del grupo de investigación estudió materiales aislantes, con tierra y fibras naturales, e incluyó una comparación entre tierra alivianada y quesana de totora (Wieser-Rey et al., 2018).

Con estas investigaciones se busca rescatar el uso de la totora como material de construcción que cumpla con estándares nacionales e internacionales. Continuando con esta línea de investigación, el objetivo del presente estudio es evaluar y validar el potencial de la totora como un material aislante efectivo, renovable y biodegradable, a través de la experimentación práctica con un prototipo expuesto a una situación real altoandina.

METODOLOGÍA

Este estudio de investigación aplicada inicia con una visita de campo a los lugares de

producción y trabajo con la totora del lago Titicaca para identificar contactos locales

administrativos y de manufactura. La entrevista con especialistas de la Reserva Nacional del Titicaca (RNTC) proporcionó información útil sobre el área que cubre esta reserva, las comunidades miembros, la situación actual del lago y los totorales, y qué comunidades continúan activamente con el cuidado y el trabajo artesanal de la totora. También se estableció una relación de confianza con la comunidad Chimú, la más activa de las comunidades en el trabajo artesanal con totora, para intercambiar conocimientos y tecnología en el uso de la totora. La primera reunión con una familia de esta comunidad proporcionó información del proceso de crecimiento de la totora, cuándo está apta para su cosecha, cómo se cosecha y cuál es el proceso de crecimiento, selección, secado y fabricación de las tradicionales quesanas. Esta visita también permitió la recolección de muestras de totora

y la adquisición de quesanas para el trabajo de laboratorio posterior.

En gabinete, se comparó la morfología de la estructura interna de la totora del lago Titicaca con juncos de otros pisos ecológicos a menor altitud para identificar la existencia de especies parecidas con potencial de aislamiento según sus similitudes y diferencias. Cada tallo se dividió en secciones de 20cm y se capturó un registro fotográfico de su estructura interna con una lupa de 10X de magnificación y una escala métrica de 2cm. También se estudió la conformación y el ordenamiento de la totora en las quesanas por medio de cortes en la costura, en la zona media entre costuras y entre el centro y la costura más cercana. Para evitar la deformación de las totoras en los cortes, se utilizó silicona líquida para llenar los vacíos externos y se sujetaron con bastidores de madera, sin aplicar presión (figura 3).

Figura 3. Sección de quesana sujeta con bastidor de madera para estudio de conformación de tallos en las costuras y entre costuras



Fuente: elaboración propia (2021). CC BY.

Como siguiente etapa se prepararon probetas de 0.30m x 0.30m para llevar a cabo pruebas de enlucido. Se experimentó con totora partida en piezas pequeñas o triturada, mezcladas con diversos tipos de aglutinantes

para explorar alternativas de protección y hermeticidad de los paneles de totora (figura 4). También se trabajó con la quesana en seco con bastidores de madera para darle rigidez y sin bastidores (figura 5).

Figura 4. Pruebas de opciones de enlucido sobre la quesana de totora. (A) Totora picada, celulosa y agua; (B) Totora picada con barbotina de tierra; (C) Empaste comercial para muros o temple



Fuente: elaboración propia (2018). CC BY.

Figura 5. Panel con una quesana de totora y un bastidor de madera, y un panel de totora doble sin bastidor



Fuente: elaboración propia (2018). CC BY.

Se realizó una prueba empírica de luz de un panel de quesana simple y otro de quesana doble cruzada para observar su hermeticidad. La prueba se efectuó con una lámpara Floodlight LED de 30W, marca LEDVANCE OSRAM, modelo LDV-FL-30W-AM, a una distancia de 0.25m de los paneles.

Con estas exploraciones, se buscó definir el diseño del panel aislante de totora que debía tener las siguientes características: apropiado para la zona altoandina de puna, suficientemente rígido para sostenerse entre los elementos estructurales, térmicamente aislante, modulable, saludable, biodegradable y con dimensiones y peso que le permitieran ser levantado por una sola persona.

Una vez definido el panel aislante de totora, se llevó a cabo el ensayo de conductividad térmica en el Laboratorio de Energía del Departamento de Ingeniería, sección Ingeniería Mecánica, de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Se prepararon tres probetas del panel aislante de totora de 0.30 m × 0.30 m × 0.08 m, las cuales fueron evaluadas con el equipo de marca Netzsch, modelo HFM 436 Lambda, con un rango de conductividad térmica de 0.002 ~ 2.0 W/m K, exactitud ±5%, y vernieres de marca Mitutoyo y Stanley. El equipo operó cumpliendo con las normas ASTM C 518, ISO 8301, JIS A1412 y DIN EN 12667.

Se realizaron 27 ensayos considerando valores de temperatura media de 15°C, 20°C, 30°C y una diferencia de temperatura de 5°C, 10°C y 15°C para cada valor de temperatura media.

Se verificó su comportamiento térmico y hermeticidad con la cámara de imágenes térmicas marca FLIR modelo E5 Wifi de la serie Ex, con tecnología MSX, lente FOL 7mm, resolución de IR 120*90, que detecta diferencias de temperatura de 0.06°C, con una exactitud de ±2%, para una temperatura ambiente de 10°C a 35°C y una temperatura del objeto mayor a 0°C. Se construyó un paralelepípedo con el techo y la mitad superior de las cuatro paredes con quesanas simples; el piso y la mitad inferior de las cuatro paredes se conformaron con quesanas dobles. Las imágenes térmicas se capturaron a las 8:00 horas en la pared este, la cual recibía el impacto directo de la radiación solar.

Se llevó a cabo un taller de intercambio tecnológico con una familia de la comunidad Chimu para definir la factibilidad de elaboración del panel propuesto, verificar rigidez, flexibilidad, peso, y afinar los detalles de la unión entre las quesanas para formar el panel aislante de totora.

Con el objetivo de evaluar el desempeño constructivo y térmico del panel aislante de totora en una situación real, se construyó

un prototipo de vivienda en Juliaca, Puno, a 3825 m s.n.m., utilizando estos paneles como envolvente, tanto en posición vertical como horizontal, sostenidos por una estructura de madera. Esta estructura se diseñó en conjunto con un equipo de ingenieros de la universidad, con las siguientes condicionantes: apropiado al clima, sismicidad y topografía de la región, con materiales locales o de fácil disponibilidad, con piezas de poco peso para facilitar su transporte, ensamblaje y desensamblaje con mano de obra local y herramientas básicas. El prototipo de 20m² constaba de tres ambientes (vestíbulo, cocina-comedor y dormitorios) y se expuso al clima frío, soleado y ventoso de la región para simular el contexto típico de las

viviendas aisladas de la población alpaquera altoandina.

El prototipo estuvo habitado por dos personas y fue monitoreado durante tres meses. El monitoreo térmico se realizó con siete data loggers HOBO H08-003-02 de ONSET Computer Corporation que registraron la temperatura del aire y la humedad relativa. Dos se colocaron en el exterior (fachadas norte y sur) y los otros cinco en el interior a una altura de 1.80m del piso. Los datos se recopilieron de agosto a octubre de 2019. Los resultados de su desempeño térmico y constructivo se analizaron en conjunto con la información registrada por los habitantes sobre su sensación térmica diaria.

RESULTADOS

La totora del lago Titicaca

La totora puneña (*Schoenoplectus tatora*) tiene un tallo liviano de composición triangular

redondeada y esponjosa. El ancho promedio del tallo varía de 10mm en la parte baja a casi 3mm en la parte más alta utilizable (figura 6).

Figura 6. Tres secciones de una muestra de totora de 2.30 m de altura (base, centro y punta del tallo)



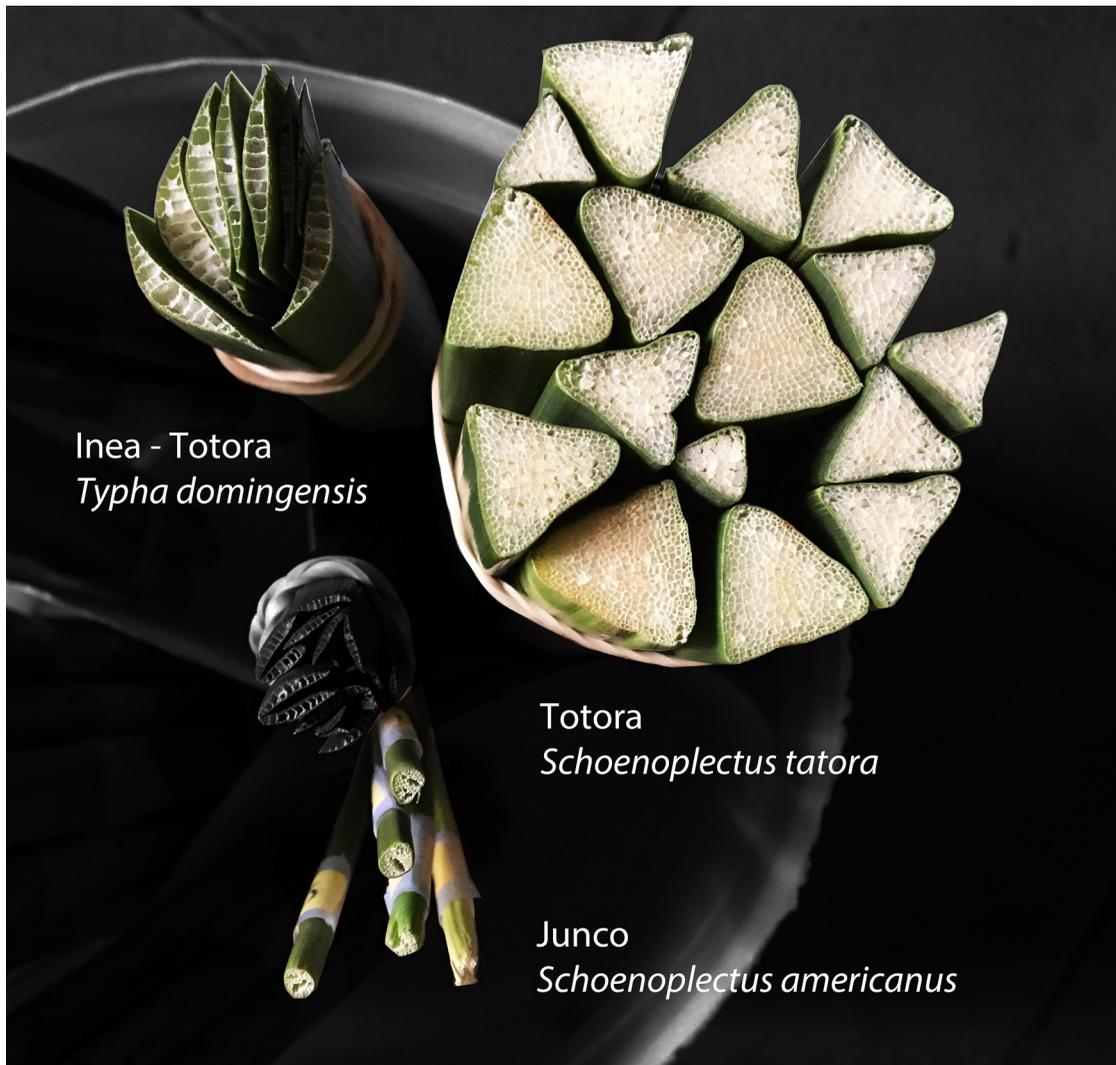
Fuente: elaboración propia (2018). CC BY.

Después de cosechados, los tallos de totora se tienen que secar a la intemperie por un periodo de 15 a 20 días (ADESU & PELT, 2003, p. 135) para reducir la humedad interior, el riesgo de hongos y para mantener su flexibilidad. Una vez secos, la disminución de las dimensiones de la sección del tallo se encontró entre 5% y 20% en la parte baja, y fue inexistente en la parte más alta.

La comparación con juncos de otras regiones muestra que los tallos de estas últimas son de

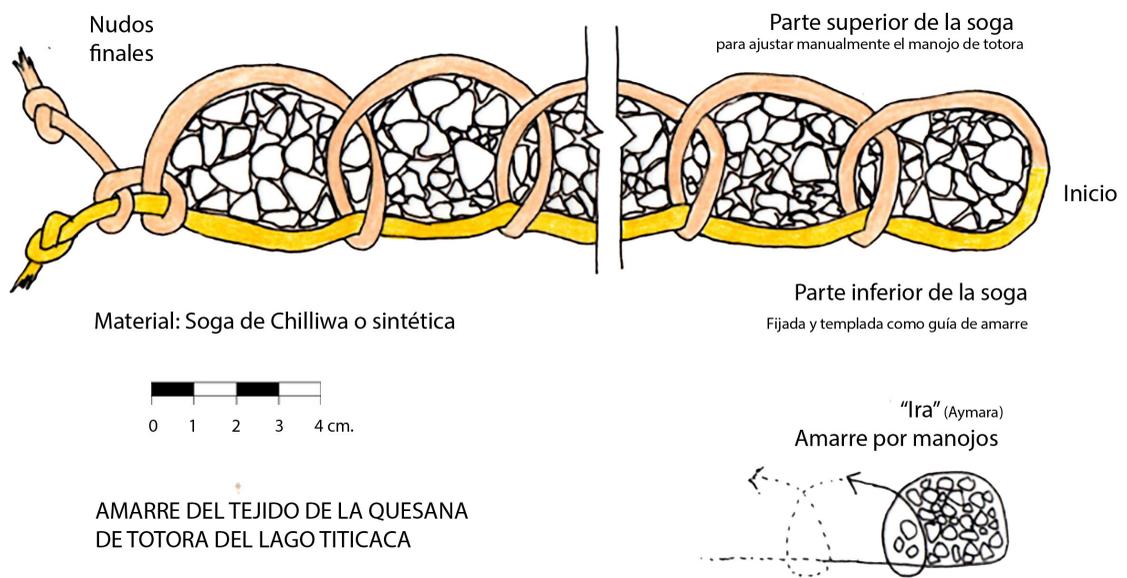
menor tamaño en sección y, algunas veces, inclusive menos esponjosos (figura 7). Además, la tradición artesanal de trabajo con totora en la zona altoandina de Puno consiste en coser varios tallos juntos (figura 8), mientras que en la región de la costa el junco se aplasta y se entrelaza para formar una esterilla. Por este motivo, en la quesana de totora del lago Titicaca, al ser cosida, los tallos de totora se aplastan menos, lo que la vuelve idónea para trabajarla como material aislante (figura 9).

Figura 7 . Muestras de fibras: totora del lago Titicaca, Puno; inea y junco de Pantanos de Villa, Lima



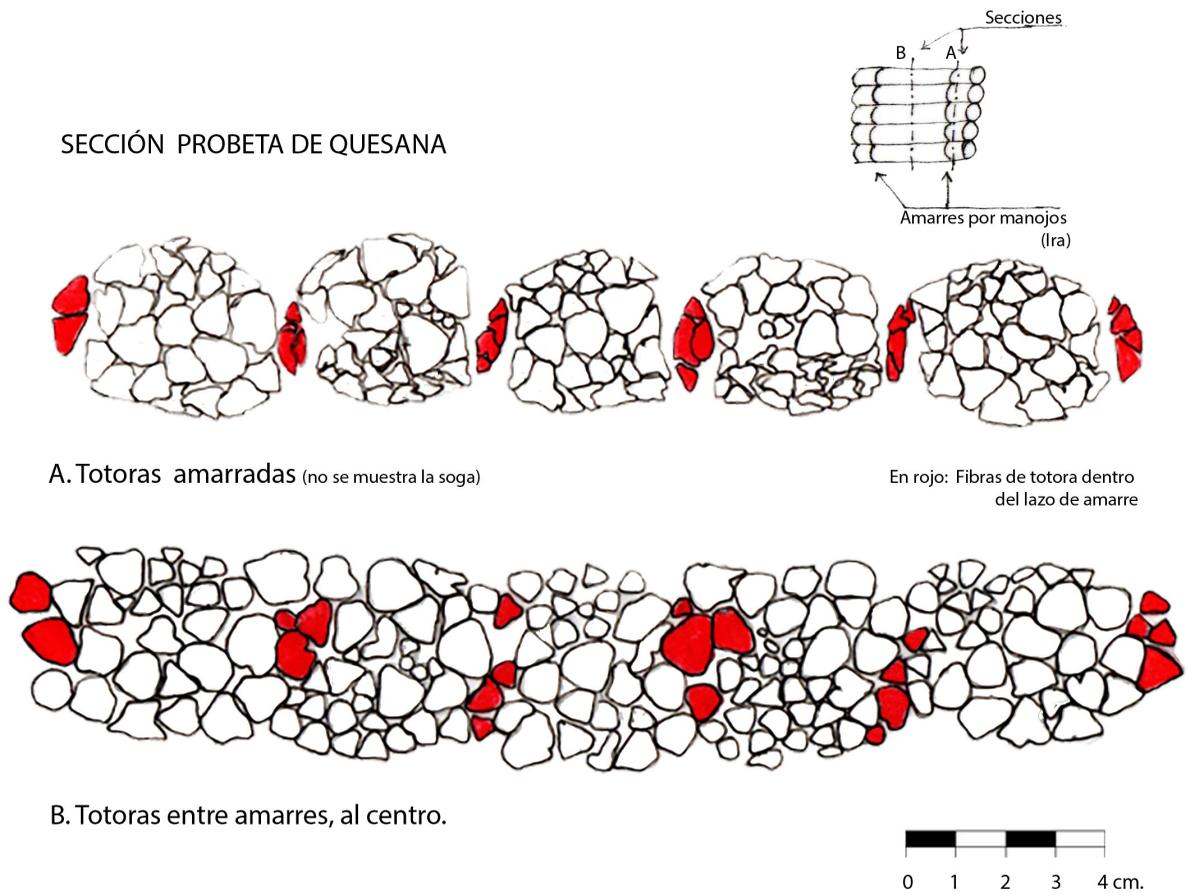
Fuente: elaboración propia (2018). CC BY.

Figura 8 . Costura de quesana de totora



Fuente: elaboración propia (2019). CC BY.

Figura 9. Comparación del aplastamiento de la fibra de totora en la sección de amarre y entre amarres de una quesana



Fuente: elaboración propia (2021). CC BY.

Experimentación para la elaboración del panel aislante

Los resultados de la experimentación de probetas de quesana simple con bastidor de madera para darle rigidez y de acabados húmedos para protegerla del sol y la lluvia se muestran en la tabla 1. El bastidor y el acabado húmedo incrementaron el peso del panel, y los acabados húmedos se resquebrajaron y se separaron de la superficie de la quesana debido a la característica lisa de los tallos de totora, por lo que perdieron impermeabilidad y hermeticidad.

El panel de confección seca de dos quesanas cosidas entre sí proporcionó el mejor resultado en cuanto a facilidad y tiempo de fabricación.

Sin embargo, si las dos quesanas tenían las fibras en el mismo sentido, se observaban ranuras entre los puñados de fibras cosidas, especialmente donde estaban las costuras de cada quesana, lo que disminuía la hermeticidad del panel. Por lo tanto, para proporcionar mayor rigidez y hermeticidad, una de las quesanas se mantuvo con la tradicional fibra horizontal cosida, mientras que la segunda se hizo con las fibras cosidas en forma vertical. El resultado de la prueba empírica de transmisión de luz confirmó la hermeticidad del panel doble con las fibras cruzadas (figura 10). En la quesana simple se observó la transmisión de luz a través de los espacios entre costuras, mientras que en la quesana doble cruzada no se registró esta transmisión.

Tabla 1. Resultados de pruebas de enlucido, acabados y rigidez para definir el panel aislante de Totora

	Tipo	Peso (g)	Observaciones
1	Quesana simple sin enlucir	375	Peso ligero, sin rigidez, elaboración tradicional
2	Quesana simple con bastidor de madera	925	Mayor peso, aplastamiento del borde de la quesana
3	Como 2, más enlucido de fibra de totora de 40 mm, cal de obra y agua	1605	Demora en secado, producción de moho, mayor peso, se agrieta ligeramente, separación de 3 mm del bastidor, falta de adhesión a la quesana
4	Como 3, más celulosa	1465	Igual a 3
5	Como 2, más enlucido de fibra de totora de 40 mm, barro y mucílago de cactus	1568	Demora en secado, mayor peso, falta de adhesión con la quesana en algunas partes, separación de 3 mm del bastidor, microagrietamiento de superficie
6	Como 2, más enlucido de cal de obra, celulosa y agua	1237	Demora en secado, contracción del enlucido, separación de 8 mm del bastidor de madera, falta de adhesión a la quesana
7	Quesana simple con impermeabilizante		Secado rápido, falta de adherencia con la quesana, agrietamiento generalizado
8	Quesana simple con masilla de pared		Igual a 7
9	Quesana simple con temple		Igual a 7
10	Quesana doble más enlucido de fibra de totora de 40 mm, cal de obra y agua	1460	Demora en secado, producción de moho, mayor peso, deterioro de bordes por falta de cohesión
11	Quesana doble más enlucido de fibra de totora de 40 mm, cal de obra y mucílago de cactus	1285	Demora en secado, producción de moho, mayor peso, resquebrajamiento
12	Quesana doble cruzada sin enlucir	741	Peso ligero, rigidez, rápida elaboración partiendo de quesanas tradicionales

Fuente: elaboración propia (2019). CC BY.

Figura 10. Prueba de luz comparativa entre panel de quesana simple con bastidor y de panel doble con fibras cruzadas

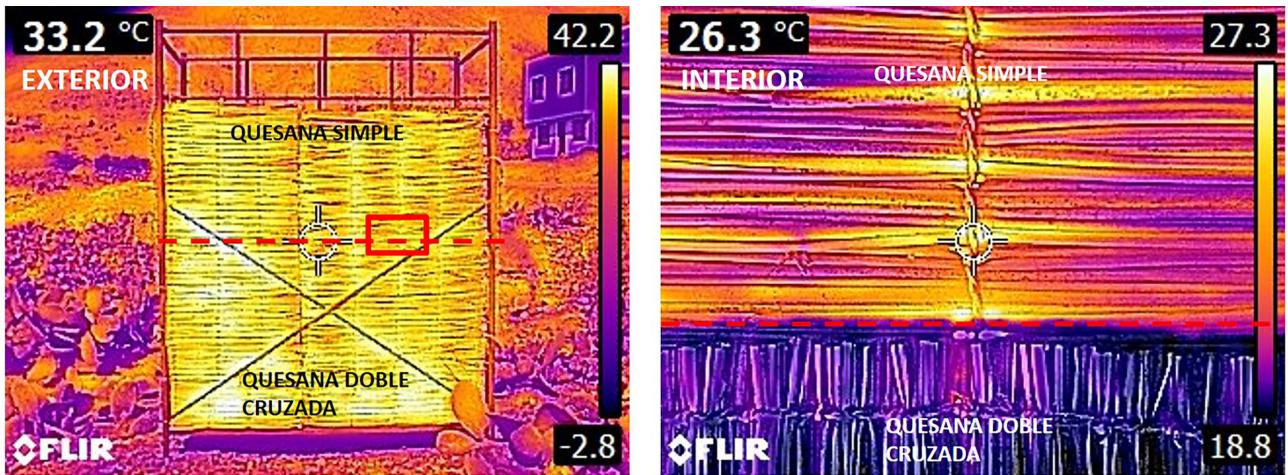


Fuente: elaboración propia (2019). CC BY.

Como se observa en la figura 11, con la prueba con cámara termográfica se verificó la mayor

hermeticidad del panel doble cruzado en comparación con una quesana simple.

Figura 11. Vista exterior y detalle interior de la medición termográfica comparativa entre la quesana simple y la quesana doble expuestas a radiación solar directa por el exterior

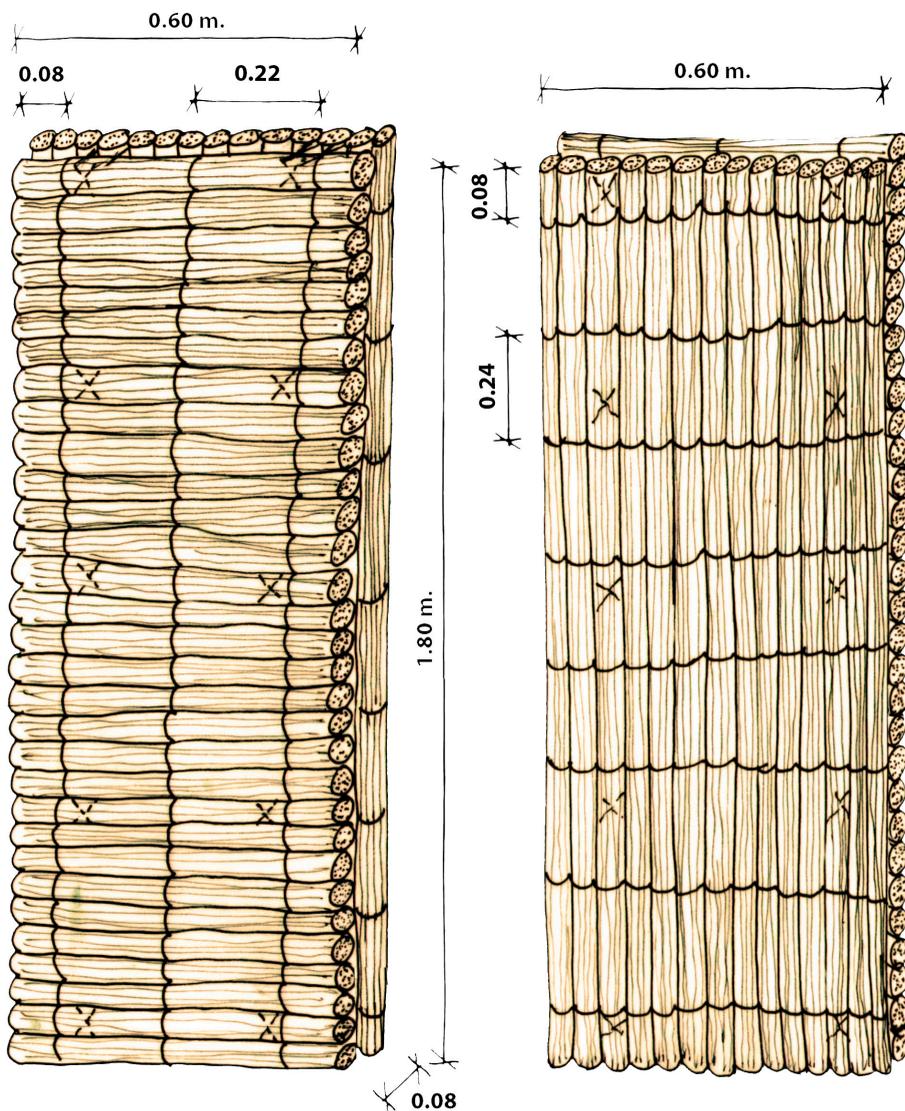


Fuente: elaboración propia (2019). CC BY.

Las dimensiones promedio del panel aislante propuesto fue 0.60 m × 1.80 m × 0.08 m, con un peso promedio de 7.9kg (figura 12) para que

sea fácilmente manipulado por una persona y mantenga su rigidez y su característica aislante (figura 13).

Figura 12. Esquema de panel doble de totora con fibras cruzadas



Fuente: elaboración propia (2019). CC BY.

Figura 13. Panel de totora cargado por una persona.



Fuente: elaboración propia (2019). CC BY.

Pruebas de conductividad térmica

Los resultados obtenidos de conductividad promedio se muestran en la tabla 2 y la figura

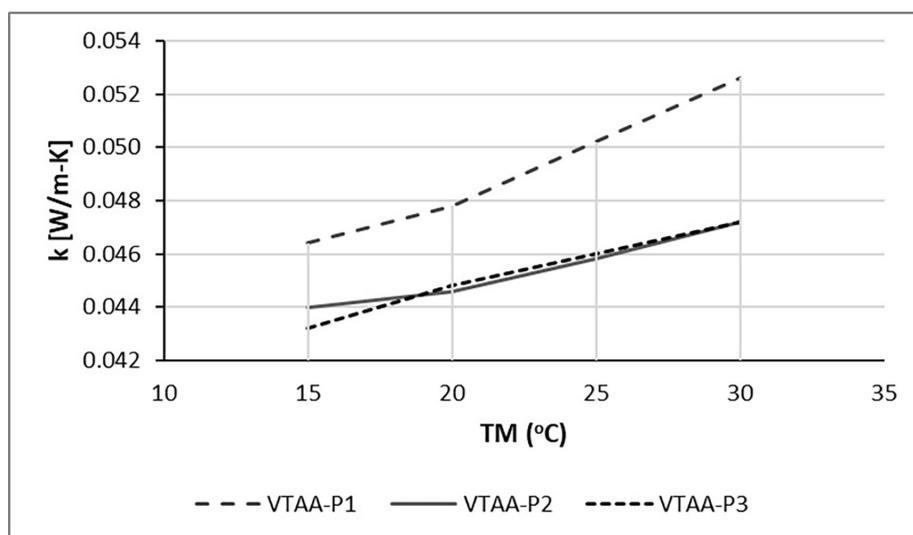
14. La conductividad promedio global está en el rango de 0.045 W/m K a 0.049 W/m K, obteniendo un promedio final de 0.047 W/m K.

Tabla 2. Valores de conductividad térmica (κ) para diferentes valores de T_M y ΔT

TM (°C)	ΔT (°C)	VTAA-P1		VTAA-P2		VTAA-P3		κ prom. global (W/m-K)
		κ (W/m-K)	κ prom. (W/m-K)	κ (W/m-K)	κ prom. (W/m-K)	κ (W/m-K)	κ prom. (W/m-K)	
15	5	0.045781	0.046363 ±5.1%	0.042696	0.043986 ±5.4%	0.042934	0.043183 ±5.0%	0.044511 ±5.2%
	10	0.046225		0.043590		0.043298		
	15	0.047084		0.045673		0.043317		
20	5	0.047166	0.047769 ±5.1%	0.043289	0.044673 ±5.4%	0.044548	0.044817 ±5.0%	0.045753 ±5.2%
	10	0.047630		0.044259		0.044868		
	15	0.048510		0.046472		0.045035		
30	5	0.051803	0.052601 ±5.1%	0.044766	0.047208 ±5.8%	0.046742	0.047160 ±5.0%	0.048990 ±5.4%
	10	0.052684		0.047165		0.047149		
	15	0.053316		0.049694		0.047588		

Fuente: elaboración propia, según informe del Laboratorio de Energía, PUCP (2019). CC BY.

Figura 14. Curva de la variación de la conductividad promedio de las probetas de totora ensayadas



Fuente: elaboración propia, según informe del Laboratorio de Energía, PUCP (2019). CC BY.

Taller de intercambio tecnológico

En este taller participaron diez miembros de una familia de la comunidad Chimú, quienes explicaron al equipo de investigación la relación antropométrica del trabajo con totora (dimensionamiento, necesidad de humedad para trabajarla, entre otros). Los investigadores, por su parte, compartieron las características del panel aislante de totora propuesto. En conjunto, se fabricó manualmente el panel con dos quesanas de fibras cruzadas. Como una alternativa para lograr mayor espesor y rigidez que la quesana tradicional, sugirieron utilizar la técnica del sejje, similar a las quesanas pero con manojos de totora más gruesos (75 a 80 tallos); sin embargo, al observar un sejje, se descartó esta posibilidad, debido a la pérdida de hermeticidad generada por el espacio entre las costuras.

Como resultado del taller se comprobó la factibilidad de la elaboración artesanal del panel con quesanas de fibras cruzadas y se definió un sistema de costura más cercana entre sí: tres costuras para la quesana de fibra horizontal y 8 costuras para la de fibra vertical y aproximadamente 22cm de distancia entre costuras. Para unir las dos quesanas se cambió de un sistema de costura lineal a costuras puntuales cada 10 manojos de totora de la quesana horizontal (aproximadamente cada 50cm). Se acordó con esta familia la fabricación artesanal de un lote de 70 paneles aislantes de totora, con las dimensiones estándar de 0.60m x 1.80m, y también con dimensiones variables e inclusive con formas triangulares, para lo cual se les entregó impresos los detalles y dimensiones de todos los paneles. La familia completó correctamente el pedido y lo entregó en seis semanas (figura 15).

Figura 15. Paneles de totora de doble quesanas cruzadas fabricados artesanalmente



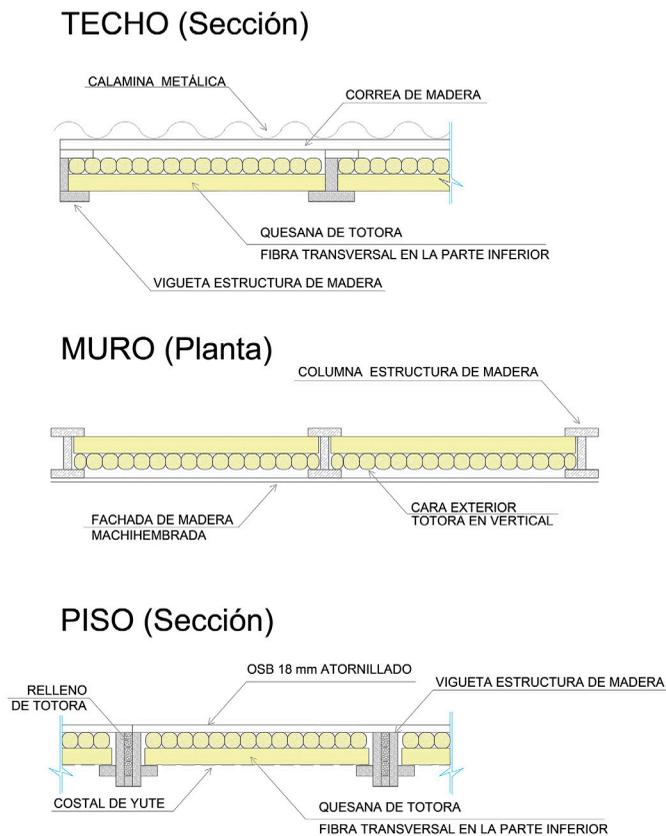
Fuente: elaboración propia (2019). CC BY.

Prototipo con paneles aislantes de totora

El panel de totora propuesto se utilizó en toda la envolvente del prototipo (techo, paredes

y piso) en posición tanto vertical como horizontal, sostenido por una estructura de madera (figura 16).

Figura 16. Detalle de encuentro de techo, muro y piso de prototipo de vivienda con paneles aislantes de totora y estructura de madera.



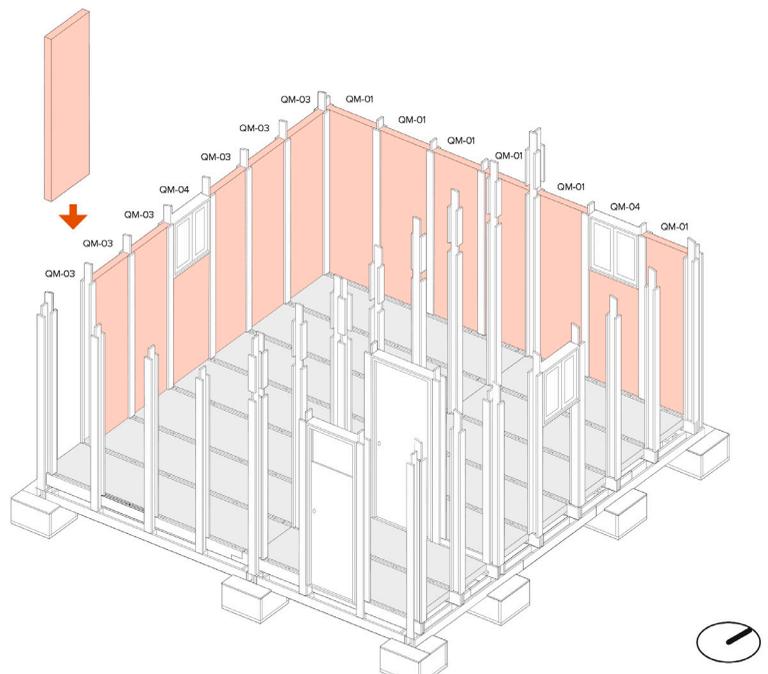
Fuente: elaboración propia. CC BY.

La estructura consistía en bases de cimentación, que eran cajas de madera apoyadas sobre el terreno, conectadas al alma de las columnas principales con pernos y tuercas. El diseño de las columnas tenía una sección “H” con elementos de 20 mm × 80 mm para sostener y dar rigidez a los paneles de totora de los muros, además de transmitir las cargas a las cajas de cimentación. Las viguetas de techo y del piso tenían una forma de T invertida para sostener los paneles horizontales de totora (Asmat et al., 2022).

La totora quedó expuesta en el interior, sin ningún tipo de recubrimiento. Durante el proceso de ensamblaje se puso atención a la forma de colocar los paneles aislantes de totora: en los muros, la cara con la fibra vertical se colocó hacia el exterior para facilitar

el flujo descendente de cualquier gota de humedad o precipitación que pudiera tocar la totora (figura 17). La cara con fibra horizontal estuvo expuesta hacia el interior (figura 18). En el techo también se mantuvo la cara horizontal hacia el interior, pero, en este caso, para aprovechar que era el lado más corto del panel y evitar el pandeo del panel soportado por las viguetas. En el piso, la fibra horizontal estuvo dispuesta hacia el exterior, para aprovechar la rigidez que le daba la menor longitud de las fibras en sentido horizontal al apoyarse sobre las viguetas de piso. El acabado interior del piso fue de planchas de tablero de virutas orientadas (OSB, por sus siglas en inglés) en una de las dos mitades del prototipo y de tablas de madera en la otra mitad.

Figura 17. Colocación e isometría de ensamblaje de los paneles aislantes de totora en la estructura de madera del prototipo



Fuente: elaboración propia (2019). CC BY.

Figura 18. Interior de prototipo con paneles aislantes de totora expuestos



Fuente: elaboración propia (2019). CC BY.

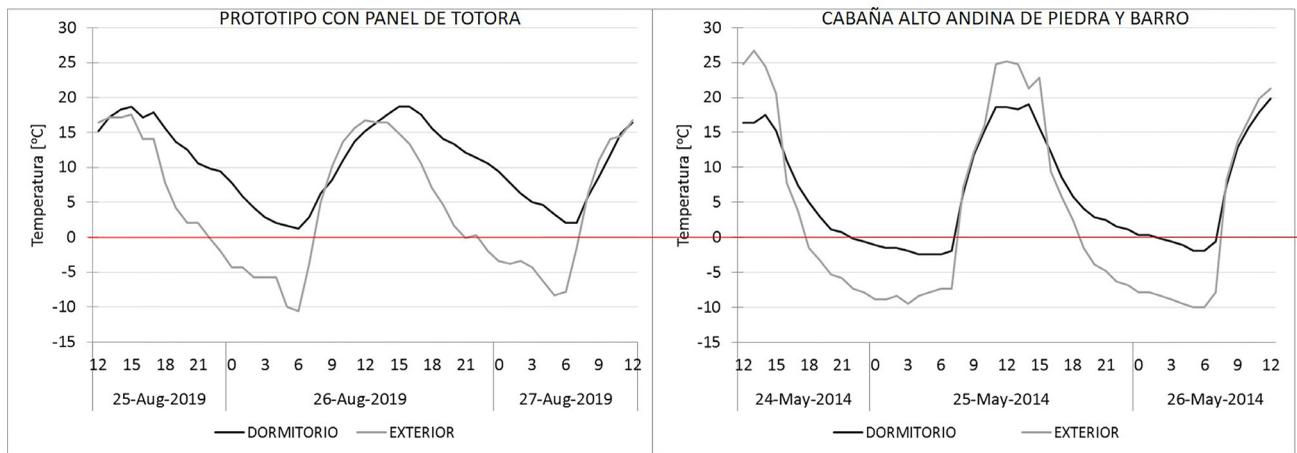
Monitoreo térmico y constructivo

Los dos estudiantes que habitaron el prototipo vivieron su rutina universitaria durante el período en que el prototipo estuvo expuesto a radiación solar intensa, fuertes vientos, lluvias y granizo. De los tres meses de monitoreo, agosto es el que mejor representa un mes típico del frío, seco y soleado invierno altoandino, con un rango de diferencia de temperatura del aire exterior de 25°C a 30°C entre día (20°C) y noche (hasta -10°C).

La figura 19 muestra los resultados del monitoreo térmico en comparación con los resultados de una cabaña tradicional de una comunidad

altoandina, construida con piedra y barro y cubierta de calamina metálica. En la madrugada, que es el momento más frío y térmicamente más crítico del día, la temperatura del aire exterior puede llegar a -10°C, mientras que la temperatura del aire interior de la cabaña tradicional descende hasta -2°C. En el prototipo de paneles aislantes de totora se registró una temperatura mínima de 2°C bajo las mismas condiciones de temperatura de aire exterior. La temperatura en el interior de la cabaña tradicional llegó a mantenerse entre 6°C y 8°C por encima de la temperatura exterior, mientras el prototipo de paneles aislantes de totora se mantiene entre 10°C y 12°C por encima.

Figura 19. Comparación de la temperatura del aire en los días más fríos registrados durante el monitoreo del prototipo y de una cabaña tradicional altoandina, en que la temperatura del aire exterior llega a -10°C



Fuente: elaboración propia (2019); Jiménez et al. (2021, p. 1280). CC BY.

Al desarmar el prototipo después de los tres meses de monitoreo se observó que los paneles aislantes de totora mantuvieron su forma y características físicas. Sin embargo, los encuentros de los paneles con la estructura de madera en la parte superior de los muros no permanecieron ajustados, lo que originó ranuras de 1cm a 2cm, lo que

permitió la infiltración de aire frío que afectó los resultados del monitoreo térmico. Los encuentros laterales de paneles con los pies derechos de madera sí mantuvieron el ajuste inicial. Todas las piezas del prototipo fueron recuperadas en buen estado, lo que significó que el prototipo se puede volver a ensamblar en otra localidad.

DISCUSIÓN

La composición triangular y esponjosa del tallo de la totora puneña le da las condiciones de un material aislante y liviano cuando se mantiene su estructura interna durante el proceso de elaboración de las quesanas y del panel aislante. En las pruebas con totora picada o comprimida para formar paneles, tanto por la presente investigación como por la de otros especialistas (Aza-Medina, 2016; Hýsková et al., 2020), se demuestra que se incrementa la conductividad térmica al reducir o eliminar las pequeñas cámaras de aire de la fibra de la totora.

El rango de resultados de conductividad térmica obtenido con las probetas del panel

de doble quesana cruzada va de 0.045 W/m K a 0.049 W/m K, siendo valores menores a los obtenidos en investigaciones que analizan muestras con tallo entero, como en la de Ninaquispe-Romero, donde con muestras de quesana simple se obtuvo un valor de conductividad térmica de 0.083 W/m K (Hidalgo-Cordero & García-Navarro, 2018, p. 471), y la de Aza-Medina, que analiza muestras de tallos de totora pegados con aglutinantes naturales con fibras cruzadas y prensadas, con lo que se obtuvo un rango de 0.049 W/m K a 0.054 W/m K (Aza-Medina, 2016, p. 66). El estudio de Hidalgo-Cordero y Aza Medina con probetas de totora triturada y prensada en caliente obtuvo valores de 0.097 W/m K para la probeta del

interior esponjoso y de 0.109 W/m K para la probeta de solo corteza (Hidalgo-Cordero y Aza-Medina, 2023, p. 6). Los valores de conductividad térmica obtenidos con probetas de capas cruzadas de tallos de totora de esta investigación y de la tesis de Aza-Medina (2016) tienen valores cercanos, y menores a los obtenidos por Ninaquispe-Romero —donde la probeta era solo de fibras paralelas—, y casi la mitad de los valores obtenidos por Hidalgo-Cordero y Aza-Medina (2023).

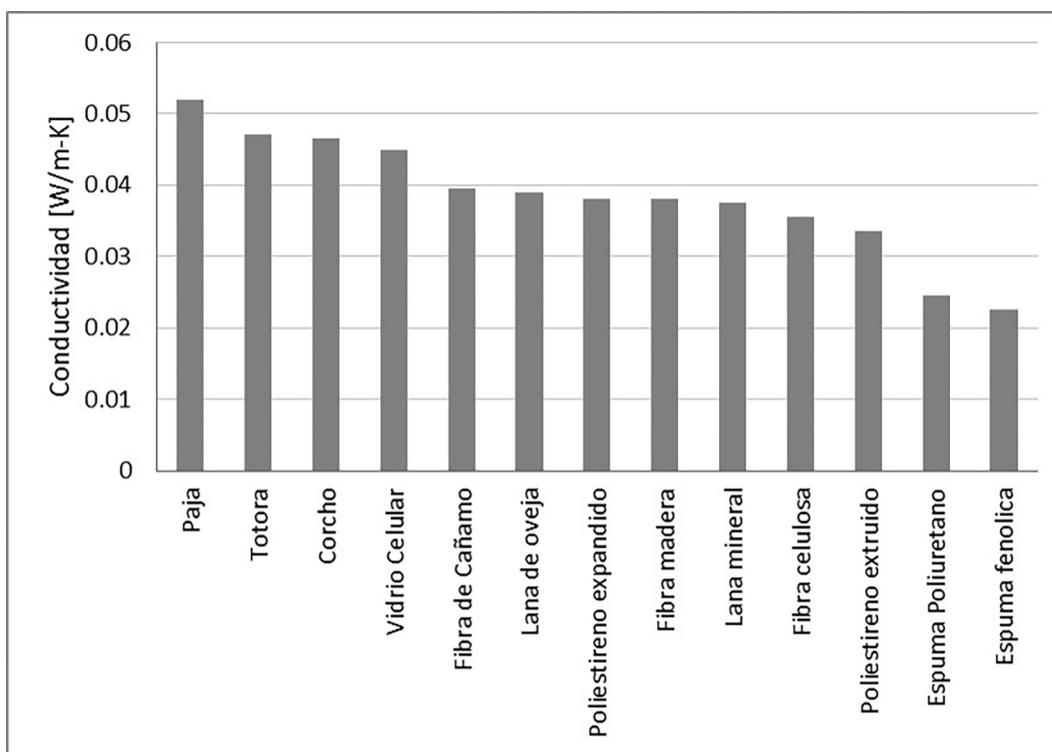
El panel de doble quesana cruzada reduce significativamente posibles filtraciones entre fibras y entre costuras. Los únicos puntos que presentaron una ligera reducción del aislamiento en la prueba con la cámara termográfica son aquellos donde se cruzan las dos costuras de cada quesana; no obstante, no se evidenció infiltración por estos puntos. Según los resultados de los ensayos de permeabilidad de aire de la investigación de Aza-Medina, se concluía que sus muestras de paneles de totora de cañas enteras cruzadas y pegadas de 0.015 m de espesor presentaban una infiltración de aire seis veces menor que su

muestra de quesana simple del mismo espesor (Aza-Medina, 2016, pp. 74-75).

La propuesta de panel de doble quesana cruzada evita el aplastamiento porque las fibras paralelas están unidas con costuras distanciadas entre sí. Asimismo, evita el aumento de la conductividad térmica a través de este sector cosido utilizando dos quesanas adosadas, pero con las fibras y costuras perpendiculares entre ellas, lo que reduce el número de puntos térmicamente débiles.

La figura 20, que muestra los valores de conductividad térmica del panel aislante de totora y de otros materiales aislantes comerciales, confirma que esta se califica como material aislante. Además, se encuentra por debajo de los valores de transmitancia térmica máxima establecidos por la norma peruana EM.110 *Confort térmico y lumínico con eficiencia energética* (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016) para climas altoandinos: no mayor a $1.00 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ en muros y $0.83 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ para techos; la transmitancia del panel de 0.08 m de espesor es $0.53 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Figura 20. Valor de conductividad térmica del panel de totora de doble quesana cruzada en comparación con otros materiales aislantes



Fuente: elaboración propia, en base a Nicholls (2008, pp. 283-286) (excepto totora). CC BY.

En la investigación sobre tierra alivianada (barro con paja de gramíneas) de Wieser-Rey et al. (2018) se demostró el buen desempeño de este material y de la quesana simple de totora como materiales aislantes al añadirlas a paneles tradicionales de quincha. Es interesante

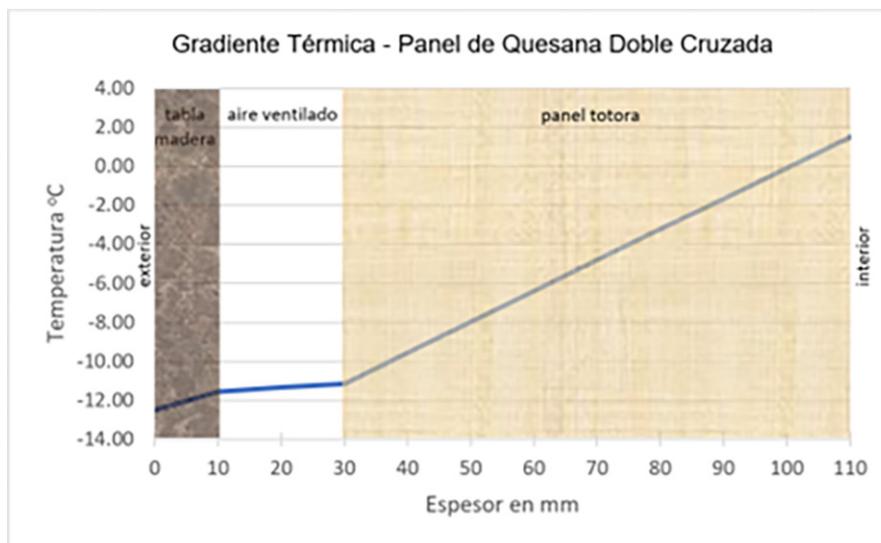
observar que la transmitancia térmica del panel de quincha con tierra alivianada aplicada directamente sobre la caña (valor-U $0.738 \text{ W/m}^2 \text{ K}$) y del panel de quincha con aislante de quesana simple de totora (valor-U $0.832 \text{ W/m}^2 \text{ K}$) es menor al del panel de quincha con aislante

prefabricado de tierra alivianada (valor-U de $0.994 \text{ W/m}^2\text{K}$). Las ventajas del panel de quesana doble cruzado propuesto incluyen el aumento de nivel de aislamiento a un valor-U $0.539 \text{ W/m}^2\text{K}$, y un proceso de transformación menor que no requiere aditivos, aglutinantes ni un proceso húmedo en su fabricación y colocación. Inclusive el valor-U del panel de quesana de totora doble cruzado es ligeramente menor al del panel de quincha con aislamiento arti-

ficial de poliestireno expandido (EPS, por sus siglas en inglés) (valor-U $0.563 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Con los resultados de las mediciones térmicas del prototipo construido en Puno se pudo determinar la gradiente térmica de la composición de la envolvente, como se muestra en la figura 21. La diferencia de temperatura entre la superficie interior del panel de quesana de totora doble cruzada y la superficie hacia la cámara de aire ventilado fue de 12.6°C .

Figura 21. Gradiente de temperatura de panel de quesana de totora doble cruzada con acabado de tabla de madera machihembrada de prototipo



Fuente: elaboración propia (2023), según metodología en Szokolay (2014, pp. 126-127). CC BY.

El trabajo artesanal de cosido de quesanas depende del artesano y del tiempo dedicado a su fabricación, por lo tanto, el control de calidad en la elaboración de los paneles de totora es clave para asegurar el nivel de humedad de los tallos durante el proceso de cosido y para garantizar una costura ajustada pero que evite el aplastamiento de los tallos de totora. Durante el ensamblaje del prototipo se observó que el distanciamiento de las costuras hacia el borde del panel debe ser como mínimo 0.08m para permitir cualquier ajuste que sea necesario durante el proceso de colocación de los paneles, sin afectar estas costuras. En superficies horizontales es importante verificar la forma de colocación de los paneles para que la cara inferior tenga la fibra perpendicular a la estructura de soporte y evitar que el panel se pandee.

Debido a que los paneles fueron almacenados antes de construir el prototipo y después de desarmarlo, se identificó que a los paneles de totora se les debe permitir respirar y alejar de la humedad para evitar así la formación de hongos o que se pudra la fibra. El almacén debe ser techado (para protección de sol y lluvia) y ventilado. Los paneles se deben ubicar a 0.10m

del piso y las paredes y, si es necesario, deben cubrirse con materiales permeables.

Se evidenció una mejora con respecto al desempeño térmico del prototipo en comparación con el de las cabañas existentes hechas de piedra; sin embargo, esta mejora fue menor a la estimada debido a la filtración de aire a través de las ranuras que aparecieron en la parte alta del encuentro del panel de totora de los muros con la estructura de madera durante el período de monitoreo. Esta falla constructiva se revisará en la siguiente fase de investigación: el traslado del prototipo a un lugar de mayor altitud en la zona alpaquera de puna y habitado por pobladores locales.

Los totorales del lago Titicaca tienen el potencial para la producción de paneles aislantes para la construcción en la región de Puno. Considerando que al menos 20ha son quemadas por año y que cada hectárea contiene como mínimo 100t de totora (PELT & ADESU, 2001, p. 8), puede estimarse que alrededor de 2000t de totora que se queman anualmente. Asumiendo una pérdida de 20% debido a retazos, humedad y otros, quedarían 1600t disponibles para

elaborar y comercializar paneles aislantes de totora en la región. El peso del panel aislante de totora estándar es 7.9kg en promedio, por lo que se podrían elaborar 200000 paneles cada año. Tomando como referencia el prototipo

de vivienda, en el que se utilizaron 70 paneles, anualmente se podrían construir hasta 2850 viviendas con paneles aislantes de totora, térmicamente más confortables que la vivienda tradicional.

CONCLUSIONES

La estructura interior esponjosa del tallo es la característica principal que determina las propiedades de aislamiento térmico de la totora. Por ello, la presión de ajuste de las costuras y la técnica de amarre con las fibras humedecidas de la quesana tradicional son las apropiadas para mantener juntos los tallos sin perder las cámaras de aire de la estructura interior ni quebrar la corteza exterior.

Las propiedades de aislamiento térmico del panel propuesto de quesana doble cruzada de totora, que mantiene el tallo entero, amarrado de la forma tradicional y cosido solo para unir las dos quesanas, se han verificado tanto en laboratorio como en exploraciones de gabinete y en una aplicación práctica en una región de clima frío. La conductividad térmica de este panel ha sido el más bajo de otros estudios sobre las propiedades térmicas de la totora, además de las ventajas ecológicas de ser un material natural, biodegradable, sin aditivos y que solo requiere energía humana para su elaboración.

El uso de paneles aislantes de totora solo con apoyo estructural de madera tiene el potencial para la construcción de refugios y viviendas temporales en casos de eventos catastróficos en regiones altoandinas con climas fríos que sean apropiados a las condiciones climáticas del lugar. Sin embargo, aún se pueden mejorar los detalles constructivos de los encuentros entre panel de totora y piezas de madera para hacerlos más herméticos.

La comercialización de los paneles aislantes propuestos recuperaría y revaloraría la tradición

del trabajo artesanal con totora en otras comunidades del lago, de modo que generaría un empuje económico en la región. No obstante, con el objetivo de mantener el respeto por el medioambiente y el aprovechamiento responsable de los recursos de la región, esta comercialización debería circunscribirse al abastecimiento dentro de la región andina puneña, para evitar la sobreexplotación de este recurso y mantener los bajos niveles de energía incorporada de los paneles aislantes de totora.

El uso del panel de totora también es posible en viviendas permanentes, adosado en seco a muros de adobe o ladrillo, con el potencial de mejorar la calidad de vida, sobre todo, en el aspecto térmico en la región altoandina. Inclusive, podría aplicarse en otros lugares con climas similares y con materiales parecidos a la totora en lo que respecta a su característica esponjosa interior.

Se requiere continuar con futuras investigaciones sobre la totora como material de construcción, por ejemplo, en lo relacionado con pruebas de otras características térmicas, además de la conductividad, como pruebas de permeabilidad al aire y al agua, de resistencia mecánica, de protección exterior (sol y precipitaciones) e interior (acabado, apariencia y seguridad), de durabilidad, de uso en combinación con otros materiales (adobe, ladrillo, piedra, etc.) y de comportamiento ante eventos sísmicos. El objetivo de lo anterior sería lograr su estandarización como un material de construcción reconocido por las instituciones y los reglamentos de construcción correspondientes.

CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Este artículo deriva de la investigación “Diseño y validación de tecnología constructiva de vivienda temporal para zonas altoandinas del sur del Perú” llevada a cabo en la Pontificia Universidad Católica del Perú por el grupo de investigación Centro Tierra del Centro de Investigación de la Arquitectura y la Ciudad (CIAC), en el marco de la línea de investigación de ingeniería arquitectónica asociada al proyecto. Este proyecto fue financiado por la Dirección de Gestión de la Investigación (DGI) de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Las autoras de este trabajo han realizado las siguientes contribuciones: Cecilia Jiménez, concepción del estudio, administración del proyecto, diseño de la metodología, investiga-

ción, validación experimental, análisis formal, redacción, revisión y edición de la publicación; Teresa Montoya, concepción del estudio, diseño de la metodología, investigación, experimentación, análisis formal, redacción, revisión y edición de la publicación; Silvana Loayza, concepción del estudio, proceso de investigación, experimentación, análisis formal y revisión de la publicación. Las autoras declaran que no tienen conflictos de interés relevantes en relación con la investigación presentada.

Agradecemos al ingeniero Christian Asmat, a la Universidad Peruana Unión Sede Juliaca y a la familia Balcona de la comunidad Chimu por su apoyo y asistencia en este estudio.

REFERENCIAS

- Anaya-Borda, C. (2015). *Características de las zonas altoandinas en el Perú* (Informe temático N.º 154/2014-2015). Área de Servicios de Investigación. [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendo-cbib/con4_uibd.nsf/28562E72A7D29A9205258052005DCB21/\\$FILE/79_INFTEM154_2014_2015_ASI_DIDP_CR_altoandinas.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendo-cbib/con4_uibd.nsf/28562E72A7D29A9205258052005DCB21/$FILE/79_INFTEM154_2014_2015_ASI_DIDP_CR_altoandinas.pdf)
- Asmat, C., Jimenez, C., Montoya, T., & Loayza, S. (2022). Structural experimental design of a high-altitude provisional dwelling built with timber. *Civil Engineering and Architecture*, 10(6), 2580-2592. <https://doi.org/10.13189/cea.2022.100626>
- Asociación para el Desarrollo Sustentable [ADESU] & Proyecto Especial del Lago Titicaca [PELT]. (2003). Proyecto 21.04. *Plantación de totora en las comunidades*. Manual de Manejo Económico; Autoridad Autónoma del Lago Titicaca. <https://drive.google.com/file/d/1xK8Ue6AiHFJKO-ddS0WWj0orG1FLb1gFJ/view?usp=sharing>
- Autoridad Binacional del Lago Titicaca [ALT] & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD] (2000). *Evaluación de la totora en el Perú. Estudio 21.02*. Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca. <https://drive.google.com/file/d/1rU984t13-Ir1USX81UZ3ANOBt4XYLHXb/view?usp=sharing>
- Aza Medina, L. C. (2016, May). *La totora como material de aislamiento térmico: propiedades y potencialidades* (Proyecto Final de Máster Oficial). UPC, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, Departament d'Enginyeria de la Construcció. Retrieved from <http://hdl.handle.net/2117/88419>
- Banack, S. A., Rondón, X. J., & Diaz-Huamanchumo, W. (2004). Indigenous cultivation and conservation of totora (*Schoenoplectus californicus*, cyperaceae) in Peru. *Economic Botany*, 58(1), 11-20. [https://doi.org/10.1663/0013-0001\(2004\)058\[0011:ICACOT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0013-0001(2004)058[0011:ICACOT]2.0.CO;2)
- Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente [CIRNMA] & Centro de Desarrollo Agrario y Forestal [CEDAFOR] (2001). *Informe Final – Plan Maestro Reserva Nacional del Titicaca*. Proyecto PER/98/G32. https://drive.google.com/file/d/1ZN0UMQU_251HpB25s5c-zof-joKPlaqqF/view?usp=sharing
- Culcay-Chérrez, A. (2014). *Experimentación con la fibra Totora* [Trabajo de grado]. Universidad del Azuay. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3903>
- González-Ramón, E. M. (2020). *Revalorización de la totora como material de construcción* [Tesis de maestría]. Universitat Politècnica de Catalunya. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/179406>
- Hidalgo-Castro, P., Hidalgo-Cordero, J., & García-Navarro, J. (2019). Estudio del comportamiento físico-mecánico de rollos de totora amarrados: Influencia de la tensión de amarre, diámetro y longitud. *DAYA. Diseño, Arte y Arquitectura*, 1(6), 53-84. <https://doi.org/10.33324/daya.vi6.219>
- Hidalgo-Cordero, J. F. (2007). *Totora, material de construcción* [Trabajo de grado]. Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/6180>
- Hidalgo-Cordero, J. F., & Aza-Medina, L. C. (2023). Analysis of the thermal performance of elements made with totora using different production processes. *Journal of Building Engineering*, 65, 105777. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.105777>
- Hidalgo-Cordero, J. F., & García-Navarro, J. (2018). Totora (*Schoenoplectus californicus* [C. A. Mey] Soják) and its potential as a construction material. *Industrial Crops and Products*, 112, 467-480. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.12.029>
- Hidalgo-Cordero, J.F., García-Ortuño, T., & García-Navarro, J. (2020). Comparison of binderless boards produced with different tissues of totora (*Schoenoplectus californicus* (C.A. Mey) Soják) stems. *Journal of Building Engineering* 27, 100961. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.100961>
- Hýsková, P., Gaff, M., Fernando Hidalgo-Cordero, J., & Hýsek, Š. (2020). Composite materials from totora (*Schoenoplectus californicus*. C. A. Mey, sojak): Is it worth it? *Composite Structures*, 232, 111572. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2019.111572>

- Jiménez, C., Montoya, T., & Loayza, S. (2021). Temporary dwelling for the high altitude Andean región of Puno, Peru. En *35th PLEA conference on passive and low energy architecture (PLEA 2020): Vol. II* (pp. 1275-1280). Universidade da Coruña; Asoc. PLEA2020 Planning Post Carbon Cities. <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497497947>
- Jiménez, C., Wieser-Rey, M., & Biondi, S. (2017). Improving thermal performance of traditional cabins in the high altitude Peruvian Andean region. En *Proceedings of PLEA 2017 Design to Thrive Conference (PLEA 2017): Vol. III* (pp. 4101-4108). Universidade da Coruña; Asoc. PLEA2020 Planning Post Carbon Cities. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/187754/2017%20PLEA%20Art%C3%ADculo%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2016). *Confort térmico y lumínico con eficiencia energética* (Norma EM.110). <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2686426/EM.110%20Confort%20Térmico%20y%20Lumínico%20Con%20Eficiencia%20Energética.pdf?v=1641411379>
- Nicholls, R. (Ed.). (2008). *The green building bible: Vol. II* (4.a ed.). Green Building Press.
- Ninaquispe-Romero, L., Weeks, S., & Huelman, P. H. (2012). Document details - Totora: A sustainable insulation material for the andean parts of Peru. En *Proceedings - 28th International PLEA Conference on Sustainable Architecture + Urban Design*. <http://www.scopus.com/inward/record.url?scp=84886796518&partnerID=8YFLogxK>
- Perú Ecológico. (20107). *Totora (Scirpus californicus) Uso Sostenible de un Recurso Natural*. Perú Ecológico. https://www.peruecologico.com.pe/flo_totora_2.htm
- PELT & ADESU. (2001). *Programa de capacitación sobre el manejo de la totora. Proyecto 21.03 Técnicas de reimplante de totora*. <https://drive.google.com/file/d/1nMg7ir2nyrfEG75VMfOcx-PHW7Bwq74nB/view?usp=sharing>
- Pulgar-Vidal, J. (2014). *Las Ocho Regiones Naturales*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Rodríguez-Larraín Dégrange, S. (2019). Evolución de las técnicas constructivas en la vivienda del altiplano de la comunidad alpaquera de Orduña, Puno, Perú. En C. Neves, Z. Salcedo Gutierrez, & O. Borges Faria (Eds.), *Memorias del 19º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra* (pp. 492-501). FUNDASAL. <https://redproterra.org/wp-content/uploads/2020/06/19-SIACOT-Mexico-2019.pdf>
- Rodríguez-Larraín Dégrange, S., Onnis, S., & Vargas-Neumann, J. (2018). Transferencia tecnológica para la vivienda alto-andina. En T. Joffroy, H. Guillaud, & C. Sadozaï (Eds.), *Terra Lyon 2016: Actes / proceedings / actos* (pp. 339-344). CRATERRE-ENSAG. <https://craterre.hypotheses.org/3722>
- Szokolay, S.V. (2014). *Introduction to architectural Science. The basis of sustainable design* (3.a ed.). Routledge.
- Wieser-Rey, M. (2011). *Consideraciones bioclimáticas en el diseño arquitectónico: El caso peruano*. Centro de Investigación de la Arquitectura y la Ciudad. PUCP. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/28699/CUADERNOS-14-digi.pdf?sequence=1>
- Wieser-Rey, M., Onnis, S., & Meli, G. (2018). Conductividad térmica de la tierra alivianada con fibras naturales en paneles de quincha. En C. Neves, Z. Salcedo Gutierrez, & O. Borges Faria (Eds.), *Memorias del 18o Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra* (pp. 199-208). USAC-CII; PROTERRA. <https://redproterra.org/wp-content/uploads/2020/06/18-SIACOT-Guatemala-2018.pdf>
- Wieser-Rey, M., & Rodríguez-Larraín, S. (2021). Estrategias bioclimáticas para clima frío tropical de altura. Validación de prototipo de vivienda. Puno, Perú. *Estoa. Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 10(19), 9-19. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7739824>

Del binde al fogón industrial: arquitectura doméstica de comunidades afrodescendientes del Caribe colombiano

From Binde to industrial fire, Domestic architecture of Afro-descendant communities in the Colombian Caribbean

Recibido: septiembre 8 / 2022 • Evaluado: noviembre 21 / 2022 • Aceptado: julio 27 / 2023

Hernán Darío Cañola*
Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia,
Medellín (Colombia)
Facultad de Arquitectura e Ingeniería
Facultad de Administración
Grupo de Investigación Ambiente hábitat y
sostenibilidad
Grupo de Investigación empresarial y turístico GIET

RESUMEN

La conceptualización de lo que conocemos como *arquitectura* se origina en el descubrimiento del fuego, que resolvió la necesidad de cocinar e influyó en la evolución de las personas, incluso en su desarrollo intelectual y en el habitar en sociedad. Por tal motivo, esta investigación establece un estudio sobre la importancia del fogón y su transición como componente arquitectónico en comunidades afrodescendientes del Caribe colombiano, para lo cual hace un análisis etnográfico y ergonómico desde la adaptación del hombre a los fogones. Como resultados, se determina que el binde trasciende al fogón de banco como consecuencia de factores económicos y la mejora de posturas ligadas a la ergonomía de las antiguas cocineras, al igual que de la transición del fogón de banco al fogón industrial debido a los riesgos producidos por el uso de madera como biocombustible; todo lo cual está soportado en referentes y resultados del análisis etnográfico y entrevistas. Sin embargo, se establece que las tipologías de fogones a leña actualmente hacen parte de la tradición gastronómica, pese a los desarrollos tecnológicos ligados a los fogones industriales, presentes en comunidades rurales y urbanas de los municipios de Turbo y Necoclí.

Palabras clave:

arquitectura; ergonomía; etnografía; gastronomía; tipologías de fogón.

ABSTRACT

The conceptualization of what we know as architecture, is originated in the discovery of fire, allowing the need to cook and the evolution of the people, achieving the intellectual development and living in society. For this reason, this research establishes a study on the importance of the stove and its transition as an architectural component in Afro-descendant communities of the Colombian Caribbean, the above through an ethnographic and ergonomic analysis from the adaptation of man to the stoves. As a result, it is determined that the Binde transcends the bench stove as a result of the economy factors and improvement of postures linked to the ergonomics of the old cooks; as well as the transition from the bench stove to the industrial stove due to the risks produced by the use of wood as a biofuel, this supported in references, results of ethnographic analysis and interviews. However, it is established that the typologies of wood stoves are currently part of the gastronomic tradition, despite the technological developments linked to industrial stoves, present in rural and urban communities of the Municipality of Turbo and Necoclí.

Keywords:

architecture; ergonomics; ethnography; gastronomy; typologies of stove.

CÓMO CITAR

Cañola, H. D. (2024). Del binde al fogón industrial: arquitectura doméstica de comunidades afrodescendientes del Caribe colombiano. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(1), 147-164. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.4827>

✪ Arquitecto Constructor, Universidad Nacional de Colombia, Medellín (Colombia)
Magíster en Construcción, Universidad Nacional de Colombia, Medellín (Colombia)
📄 <https://scholar.google.cl/citations?user=LCac5hYAAAAJ&hl=en>
🆔 <https://orcid.org/0000-0003-4290-3075>
✉ hernan.canola@colmayor.edu.co

INTRODUCCIÓN

Reconocer nuestras bases históricas a través de los procesos evolutivos de las personas es algo inherente a cualquier rama del conocimiento, como es el caso de la arquitectura y la gastronomía (Gerbault & Thomas, 2015; Ruff, 2015; Sánchez-Jaramillo, 2005). En cuanto a estas dos, el ser humano, como ser pensante, encuentra sus raíces y las bases de su desarrollo cognitivo en la cocción de los alimentos y el descubrimiento del fuego. Estos dos desarrollos permiten a los seres humanos mejorar su adaptabilidad al entorno con respecto de sus necesidades fundamentales, como lo son la alimentación, la vivienda, la vestimenta, la protección ante agentes externos, etc.

Este fenómeno de la evolución del *Australopithecus* al *Homo sapiens* ha sido estudiado por muchos autores (DeFelipe, 2011; Gowlett, 2016; Harari, 2014). Sin embargo, no tener en cuenta la evolución del hombre con relación a los elementos que han facilitado su calidad de vida, como es caso del fogón dentro de la arquitectura doméstica, genera vacíos epistemológicos que implican un desconocimiento del quehacer humano en cuanto a sus procesos de alimentación (Quiroz-Carranza & Cantú-Gutiérrez, 2012). Debido a ello, la transición del fogón tipo binde al fogón industrial es el objetivo principal de esta investigación, pues esta representa una necesidad en el ámbito de la historia y los procesos de adaptabilidad del ser humano si lo que se busca es aproximarse a la relación afectiva persona-entorno (Berroeta et al., 2017; Meléndez & Cañez-de-la-Fuente, 2010).

Siempre se debe de tener presente que la arquitectura, como área del conocimiento, trae consigo la mejora continua del ser humano desde sus procesos de adaptabilidad al entorno y que, por ello, esta se moldea al medio y no el medio a esta (González-Díaz & García-Navarro, 2016; Pizarro-Reyes et al., 2022). Por esta razón, todos los componentes que hacen parte de la edificación presentan variaciones según la región y las condiciones ambientales.

Esta investigación, a partir de un enfoque tecnológico funcionalista (Ruiz-Roa & Navarro-Obeid, 2018), pretende analizar los procesos de transición del fogón en su papel como elemento arquitectónico doméstico, pues hasta el momento se ha carecido de información sobre los procesos de transformación de este instrumento gastronómico. Debido a esto, analizarlo en relación con su evolución en el Caribe colombiano en aspectos como la ergonomía y la materialidad, cobra importancia, pues estos son factores significativos y deben reconocerse como

componentes fundamentales del quehacer humano en torno a las necesidades básicas relacionadas con la alimentación. A continuación, se comentan algunas investigaciones que han estudiado la importancia del fogón, su implementación y su evolución desde la arquitectura y la antropología.

Patiño-Ossa (2007) describe en su libro sobre cocina y cultura latinoamericana cómo los grupos étnicos afrodescendientes del Valle del Cauca en la época Colonial preparaban sus alimentos mediante la implementación de fogones extramuros y cómo se lograban combinaciones entre la cultura española, peruana y colombiana.

Vargas-Cariola (2003), por su parte, reconstruye lo que denomina los “tiempos del fogón”, cuando el brasero, el fogón tradicional y la cocina, como componentes de la arquitectura doméstica, congregaban a la sociedad al diálogo, lo que los convertía en un espacio de construcción familiar.

Soares (2006) determina en su estudio el modo en que el uso de nuevas tecnologías aplicadas al fogón tradicional en leña son una alternativa en el cuidado de la salud de comunidades rurales pertenecientes al municipio de Chamula en Chiapas, México. Además, establece que el uso de nuevas tecnologías aplicadas al fogón de leña permite la optimización de biocombustibles como la madera y promueve la integración sociocultural en la construcción de alternativas tecnológicas para el fogón.

Por último, Montoya-Vera (2007) sugiere que la presencia de fogones dentro de las edificaciones corresponde a las formas arquitectónicas de la tradición-mito. En estas, precisamente el fuego, al parecer, tuvo un papel preponderante en el surgimiento de cultos, creencias y doctrinas simbólicas en torno al fogón como componente arquitectónico de agrupación social.

Teniendo en cuenta los referentes teóricos y con el objetivo de abordar la problemática de esta investigación, el texto se estructurará en dos etapas. Conforme a la metodología, se establecerán, en un inicio, los procesos cualitativos de planificación y, posteriormente, se llevarán a cabo análisis descriptivos centrados en la práctica, la verificación y la aplicación del uso del fogón en el Caribe colombiano, enfocándose en la etnografía, la materialidad, la tipología y la ergonomía, que servirán como ejes de estudio. Finalmente, se presentarán los resultados y las conclusiones de la investigación.

METODOLOGÍA

Para analizar el proceso de transición del binde al fogón industrial como componente de la arquitectura doméstica en comunidades afrodescendientes en el Caribe colombiano, en esta investigación de enfoque mixto (cualitativo-descriptivo y cuantitativo) fue necesario mantener entrevistas y formular encuestas semiestructuradas a cocineras y cocineros de las zonas urbanas del municipio de Turbo, y de zonas rurales y urbanas del municipio de Necoclí, Antioquia. Cabe resaltar que la selección de la población y el marco espacial de esta investigación se debe a que esta zona del Caribe colombiano se caracteriza por presentar una gastronomía de relevancia histórica y con valor cultural para el país, como consecuencia de la herencia africana y el cimarronaje desarrollado por la tradición desde la época de la conquista.

Desde el marco temporal, este estudio fue llevado a cabo durante los meses de agosto y septiembre del 2021. El análisis se sustentó en la relación sujeto-fogón y en torno a la ergonomía correspondiente a las medidas antropométricas de las cocineras y cocineros afrodescendientes con respecto a las dimensiones de los fogones utilizados en las diferentes viviendas de estudio. Para esta investigación, se tomó una muestra de análisis de 50 cocinas (20 en el municipio de Turbo y 30 unidades de cocina en el municipio de Necoclí). Lo anterior fue determinado a criterio de los investigadores como consecuencia de la disponibilidad de familias para la realización de los análisis etnográficos y la recolección de datos.

RESULTADOS

Plan de acción

Para la realización de este proyecto de investigación fue necesario establecer dos estrategias previas con respecto a la recolección de información en la zona urbana del municipio de Turbo y la zona rural y urbana del municipio de Necoclí. La primera estrategia se basó en la zonificación de las visitas a los espacios arquitectónicos gastronómicos rurales y urbanos. La segunda se fundamentó en la estructuración de preguntas para la recolección de información a través de encuestas, entrevistas, análisis etnográfico y registro fotográfico como parte del plan de acción.

Para la primera estrategia se estableció un sistema de recorrido por zonas, partiendo de

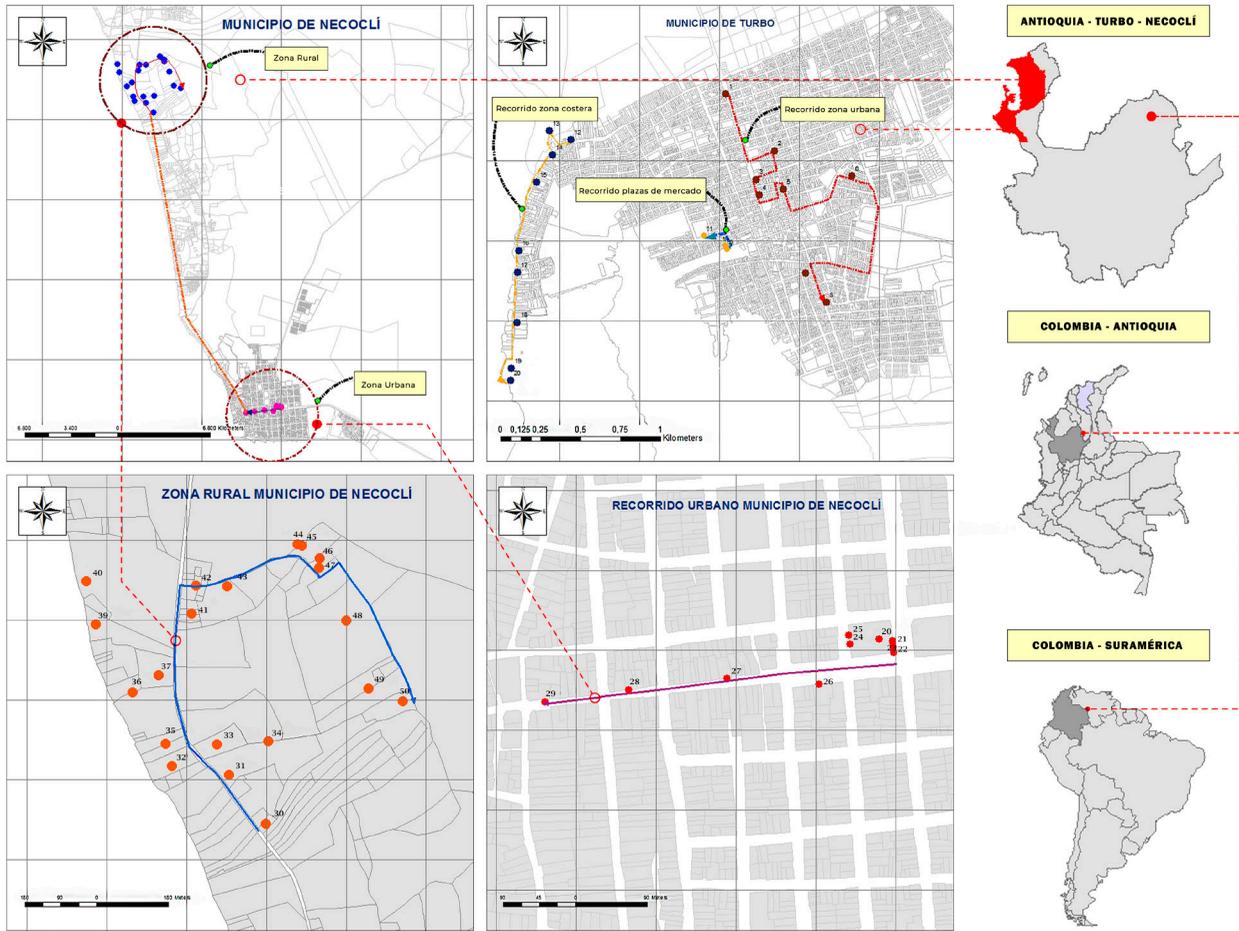
El desarrollo experimental se dividió en cuatro momentos, cada uno con sus respectivas etapas. El primero correspondió a la planeación, que, a su vez, se dividió en dos etapas: 1) la revisión bibliográfica sobre el tema del uso, la evolución del fogón y su relación con la ergonomía y arquitectura doméstica en el Caribe Colombiano, etapa que permitió detectar la importancia del tema y la carencia de documentación al respecto, referentes que fueron establecidos en la introducción de esta investigación, y 2) el plan de acción que contemplaba las actividades que se desarrollarían en los municipios de Turbo y Necoclí.

El segundo momento correspondió a la ejecución del trabajo, es decir, la realización de las actividades de campo. Este también se dividió en dos etapas: 1) el análisis etnográfico de las cocineras y los cocineros afrodescendientes desde una perspectiva interna propia de las personas estudiadas y una perspectiva externa propia de los investigadores, y 2) la toma de un registro fotográfico con la finalidad de conocer las características, la materialidad y las tipologías de los fogones. Además, se procedió con la recolección de información a través de encuestas y entrevistas de manera informal.

El tercer momento contempló la toma de medidas antropométricas y la correlación ergonómica entre las personas y los fogones, elementos necesarios para determinar los procesos de transición del binde al fogón industrial en el Caribe colombiano. El cuarto y último momento integró la discusión y el análisis de los resultados.

lo micro (locales comerciales y viviendas) a lo macro (Plazas de mercado) en el municipio de Turbo. La primera zona correspondió a la zona urbana (micro), la segunda a la zona costera de Playa Dulce (micro), y la tercera en los centros de mercado (macro), como la plaza de mercado de Turbo y la zona de comercialización de pescado comúnmente conocida como *waffe*. Sin embargo, en el recorrido al municipio de Necoclí, la toma de datos se realizó de manera inversa, debido a cuestiones de movilidad y acceso a las zonas de estudio urbanas y rurales, que correspondían a viviendas y locales comerciales. La localización de los espacios arquitectónicos visitados durante el proceso de recolección de información se muestra en la figura 1.

Figura 1. Zonas de análisis (rural y urbana) en los municipios de Turbo y Necoclí

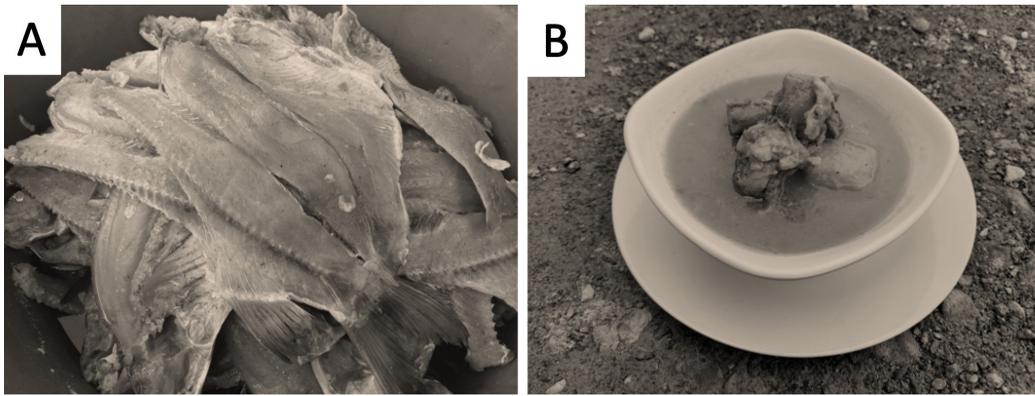


Fuente: elaboración propia (2021).

En esta etapa de la investigación se desarrolló inicialmente un análisis etnográfico en los dos municipios de estudio. La finalidad de esto fue examinar las dinámicas que se daban en comunidades afrodescendientes del Caribe colombiano con respecto al proceso de transición del binde al fogón industrial. Como resultado de este estudio y con base en referentes teóricos como Malinowski (1973), se determinó desde la perspectiva interna de las personas estudiadas que los fogones como el binde, el fogón de tres piedras y el fogón de banco con estructura en madera se consideran un elemento de identidad y desarrollo local que ha perdurado y evolucionado en el tiempo debido a razones como la comodidad, si bien siempre se ha garantizado la tradición gastronómica aunque se implementen en

la actualidad de manera paralela fogones industriales. Según las personas analizadas, no se obtienen los mismos sabores en las preparaciones culinarias con estos últimos, debido a la importancia del quehacer y el cimarronaje culinario, transmitido a través de generaciones gracias al dinamismo cultural derivado de la enseñanza en la preparación de platos tradicionales como el sancocho de pescado, res y cerdo, la gallina guisada, las frituras, el consomé de pescado, el arroz con coco, el cangrejo, el arroz con camarones, el pescado seco, el chontaduro y el patacón, en los que la leña se considera un factor fundamental para la obtención de los sabores y la sazón que representan la cultura afrodescendiente en el Caribe colombiano, como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Comida tradicional. (A) Pescado seco; (B) Sancocho de pescado



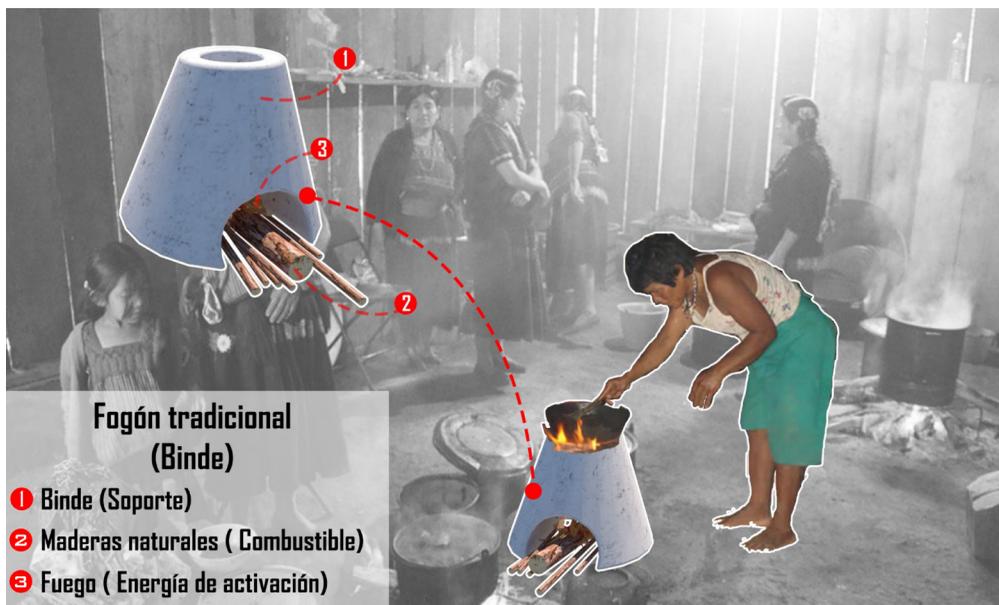
Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC.

Desde la perspectiva externa del investigador, se establece que los procesos de transición de los fogones, según la información analizada, obedecen a un proceso de mejora continua por parte de las comunidades afrodescendientes, relacionada específicamente con factores económicos y de salud. Esto se debe a los efectos que puede generar el binde por ser un fogón bajo con respecto a los perfiles posturales, además, por el hecho de requerir biocombustibles como la leña —al igual que el fogón de banco con estructura en madera—, situación que puede ocasionar efectos adversos sobre el sistema respiratorio humano. Esto ha llevado a que se utilicen fogones industriales de gas, pues funcionan con un combustible de fácil acceso, las características dimensionales son más apropiadas y no requieren de utilización de madera para la cocción de los alimentos. Sin embargo, pese a los procesos de transición de las diferentes tipologías del fogón, en la actualidad en las comunidades de Turbo y Necoclí se siguen empleando fogones tradicionales como el binde, el fogón de tres piedras y el fogón de banco con estructura en madera como consecuencia de la tradición gastronómica proveniente de África durante la época de la esclavitud y la colonización de los españoles.

A la par del análisis etnográfico, se llevó a cabo la toma de registro fotográfico de los espacios arquitectónicos gastronómicos y la caracterización de las tipologías de los fogones en cuanto a su materialidad. En lo que se refiere a las tipologías de fogones encontrados, se observaron cuatro prototipos distribuidos en tres fogones artesanales con biocombustibles en leña y un fogón industrial, el cual podía ser eléctrico o de gas. La caracterización de cada uno de estos artefactos gastronómicos encontrados en los municipios de Turbo y Necoclí se relacionan a continuación.

Entre los fogones artesanales se encuentra el binde, que corresponde a un instrumento rudimentario de forma troncoconónica hueca y que se compone de cuatro elementos básicos: la boca o cámara de combustión, el conducto vertical para el flujo de humo, la base para hornilla y el aislante perimetral o estructura, la cual puede estar construida por materiales inertes, como nidos de termitas, arcilla, piedra, tierra o mortero de cemento y metal, dependiendo de las necesidades de quienes lo implementen, como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Componentes del fogón artesanal tipo binde



Fuente: : elaboración propia (2021). CC BY-NC.

Por otra parte, se encontró también el fogón de tres piedras o ladrillos, que presenta una forma triangular, cuando ha sido construido con tres piedras, o rectangular, si se fabricó con ladrillos. Respecto a la forma de la base del fogón, la definen sus componentes: presenta

una boca o cámara de combustión, una base para hornilla y una estructura de soporte en piedra, ladrillos o concreto. Al igual que el binde, estos fogones son de poca altura y se ubican comúnmente sobre el terreno, como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Componentes del fogón artesanal de tres piedras

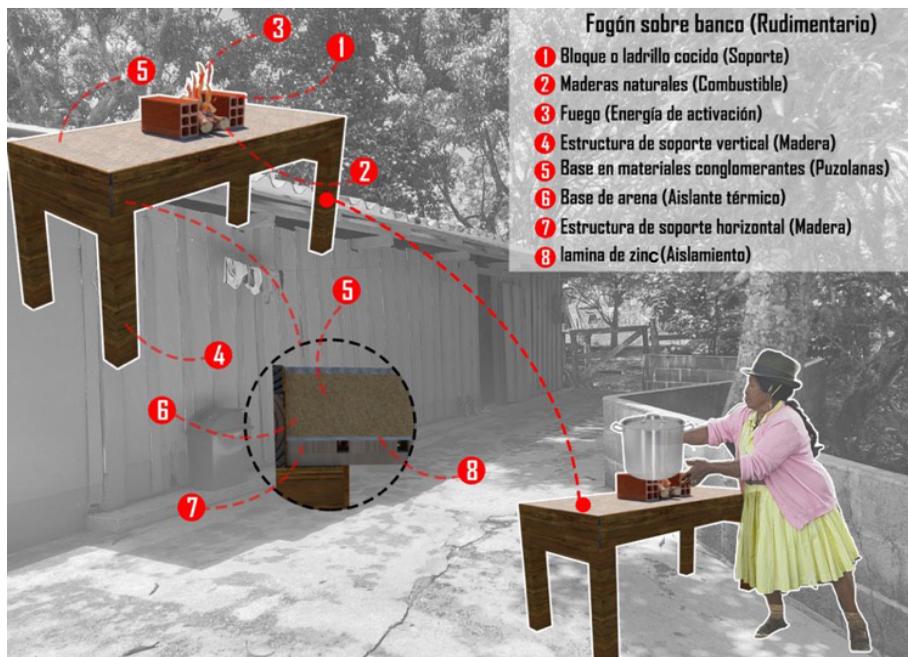


Fuente: : elaboración propia (2021). CC BY-NC.

Con respecto a las dos tipologías restantes de fogones encontrados en comunidades afrodescendientes, fue posible evidenciar el fogón de banco con estructura en madera y biocombustible en leña, principalmente en las comunidades rurales del municipio de Necoclí. En comparación con los dos fogones mencionados,

este presentaba una estructura de soporte en madera con una altura en promedio de 0.85m, lo cual garantiza mayor comodidad en cuanto a los perfiles posturales durante la transformación y la cocción de alimentos (Fonseca, 2021). Los componentes y la materialidad de esta tipología de fogón se muestran en la figura 5.

Figura 5. Componentes del fogón de banco con estructura en madera

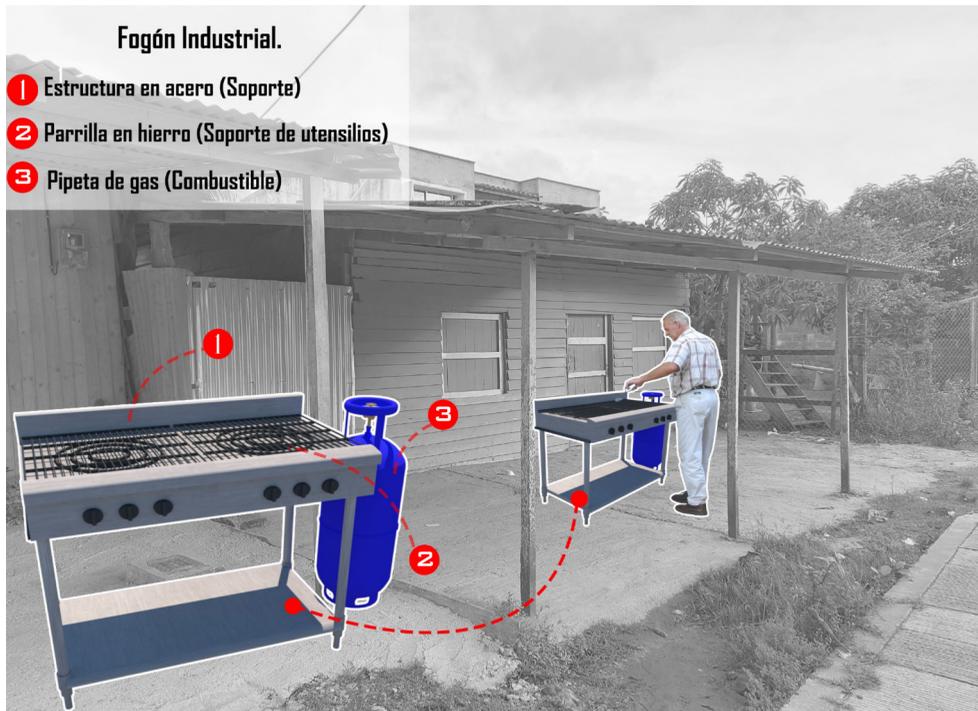


Fuente: : elaboración propia (2021). CC BY-NC.

Por último, se encuentra el fogón industrial de gas o eléctrico, el cual es implementado de manera recurrente en las zonas urbanas. Esto se debe a la optimización de los tiempos de cocción de los alimentos y a la no utilización de leña como

combustible. Cabe resaltar que esta tipología de fogón se instala al interior de la edificación, a diferencia de los anteriores fogones, que se utilizan externamente. Las partes y la materialidad de esta tipología de fogón se muestran en la figura 6.

Figura 6. Componentes del fogón industrial

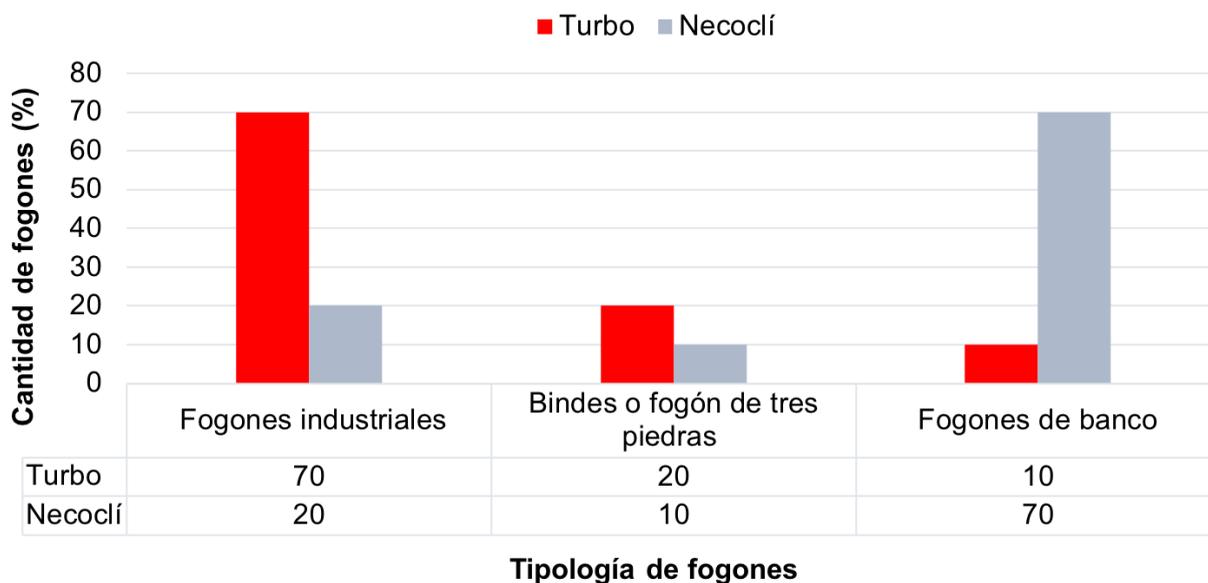


Fuente: : elaboración propia (2021). CC BY-NC.

Entre los resultados encontrados en las zonas de análisis, se estableció que las comunidades afrodescendientes indagadas pertenecientes a los municipios de Turbo

y Necoclí utilizan de manera recurrente las diferentes topologías de fogones mencionadas. La distribución porcentual se muestra en la figura 7.

Figura 7. Distribución de tipologías de fogones en los municipios de Necoclí y Turbo

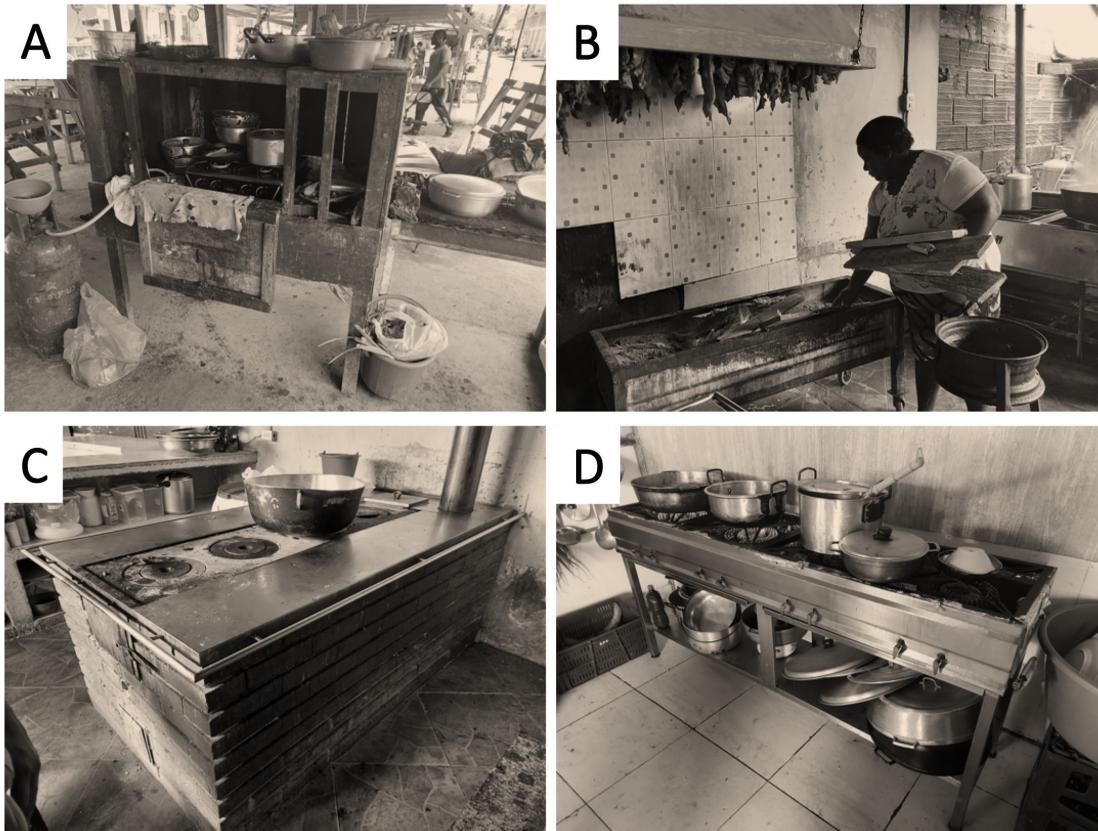


Fuente: : elaboración propia (2021). CC BY-NC.

Cabe resaltar que, aunque en el municipio de Turbo se implementan de manera más frecuente los fogones industriales, 30% de las personas afrodescendientes aún utilizan fogones tradicionales soportados sobre piedras o ladrillos y fogones de banco con estructura

en madera. Esto es consecuencia de la tradición gastronómica relacionada con el uso de la leña como combustible durante el proceso de cocción de los alimentos. Algunas de las tipologías de fogones encontrados en el municipio de Turbo se muestran en la figura 8.

Figura 8. Tipología de fogones en el municipio de Turbo. (A) Fogón en madera perteneciente al sector el waffe; (B) Fogón metálico de leña; (C) Fogón en ladrillo; (D) Fogón industrial de gas



Fuente: : elaboración propia (2021). CC BY-NC.

Por otro lado, con respecto a la inspección ocular y la toma de registro fotográfico en el municipio de Necoclí, se estableció que la gran mayoría de fogones utilizados corresponden a fogones artesanales con biocombustibles de leña. Sin embargo, en la zona urbana de este municipio, 20% de los fogones implementados por los grupos étnicos afrodescendientes son

de tipo industrial, correspondiente a seis unidades. Algunas de las tipologías de fogones encontradas en el municipio de Necoclí se muestran en la figura 9. Cabe resaltar que en ambos municipios en las zonas urbanas se sigue conservando la tradición del uso de fogones artesanales de leña por razones culturales.

Figura 9. Tipología de fogones en el municipio de Necoclí. (A) Binde metálico; (B) (C) (D) Fogones de banco con estructura en madera



Fuente: : elaboración propia (2021). CC BY-NC.

A partir de la inspección en ambos municipios y el análisis de materiales se determinó que los fogones industriales se encuentran constituidos por hierro, aluminio, cobre y recubrimientos cerámicos. Los fogones bindes o de tres piedras, por su parte, se componen de materiales vernáculos como arcilla, madera, piedras y algunos metales como el hierro para las parrillas. En el caso de los fogones de banco, cuentan con estructura en madera y se constituyen de elementos metálicos, como clavos para la conexión de estructuras, madera, zinc, tierra y materiales cerámicos, como ladrillos para los soportes de las parrillas.

Una vez desarrollado el análisis etnográfico, la toma de registro fotográfico y la caracterización de los fogones, se procedió con el componente cuantitativo correspondiente a la realización de encuestas y entrevistas sobre las tipologías del fogón y su transición. En total, se analizaron 50 personas, distribuidas de la siguiente manera: 18 cocineras con una edad promedio de 52 años y una experiencia culinaria de aproximadamente 30 años en el municipio de Turbo. Además de las cocineras, se incluyeron dos cocineros con una edad promedio de 20 años y una experiencia de aproximadamente 2 años. En el municipio de Necoclí, se analizaron 30 personas, de las cuales 25 se encontraban en la zona rural: 22 eran mujeres, con una edad promedio de 45 años y una experiencia culinaria de 33 años, y tres eran hombres, con una edad promedio de 25 años y una experiencia de aproximadamente 9 años. En cuanto a la zona urbana, se estudiaron 5 personas: todas cocineras mujeres, con una edad promedio

de 35 años y una experiencia de 20 años. En el municipio de Turbo, sin embargo, no fue posible llevar a cabo el análisis en la zona rural debido a la falta de disponibilidad de las familias antes de la realización del proyecto.

A partir de la información recopilada y teniendo como base la experiencia culinaria de las cocineras y los cocineros afrodescendientes, se determinó, según las entrevistas y la información suministrada por las personas de mayor experiencia —en su mayoría mujeres—, que los procesos de cocción de alimentos tienen como fundamento cultural y tradicional el uso de fogones bajos como el binde y el fogón de tres piedras. Sus antepasados utilizaban la leña como biocombustible para transformar los alimentos en platos con gran sabor y satisfacer las necesidades alimenticias de sus familias. Esto se debía a la falta de tecnologías modernas en las fuentes energéticas, como la electricidad y el gas, las cuales hoy en día se han implementado con recurrencia. Por otro lado, fue posible determinar a través de las entrevistas que el fogón, como componente de la arquitectura doméstica en la tradición culinaria, ha permitido la adaptación de espacios abiertos dentro de las edificaciones urbanas localizadas en el municipio de Turbo. Estos espacios se acondicionan para el uso de fogones tradicionales como el binde, el fogón de tres piedras y el fogón de banco con estructura en madera, con la finalidad de garantizar la correcta dispersión del humo producido por la leña y prolongar la tradición gastronómica, como se muestra en la figura 10.

Figura 10. Fogones adaptados a espacios abiertos en el municipio de Turbo



Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC.

Cabe resaltar que, según la información obtenida por parte de las comunidades afrodescendientes, los procesos de transición del binde al fogón industrial estaban orientados a mejorar la calidad vida de sus antepasados. La cocina con leña, aunque garantiza mayor sabor de los alimentos, tiene efectos negativos sobre la salud,

como problemas respiratorios —debido al efecto de la exposición al humo (Rehfues, 2007)— o problemas lumbares. Esta situación ha sido respaldada por estudios que relacionan la incidencia de enfermedades pulmonares con el uso del fogón de leña (Naranjo, 2010; Pérez-Padilla et al., 1999; Rehfues, 2007; Torres-Duque et al, 2016).

En la tabla 1 se muestra la relación existente entre el uso del fogón en leña y la presencia de enfermedades respiratorias y problemas lumbares presentes en los antepasados de

las personas afrodescendientes del caribe colombiano estudiadas en esta investigación, de acuerdo con los datos que arrojaron las encuestas con las que se les indagó.

Tabla 1. Cantidad de antepasados con enfermedades respiratorias y lumbares

Municipio y zona	Cantidad de personas encuestadas	Cantidad de antepasados con enfermedades respiratorias debidas al uso de leña en la cocción de alimentos	Cantidad de antepasados con enfermedades lumbares
Turbo zona urbana	20	8	0.5
Turbo zona rural	-	-	-
Necoclí zona urbana	10	3	1
Necoclí zona rural	20	13	7

Fuente: : elaboración propia (2021). CC BY-NC.

Además de las enfermedades respiratorias, se halló que, según 10% de las personas encuestadas, los procesos de transición del binde al fogón de banco con estructura en madera obedecen a una mejora con respecto a la funcionalidad de las posturas a la hora de cocinar en fogones bajos como el binde y el fogón de tres piedras. A pesar de ello, la alternativa sigue siendo un binde, pero con una variación en su altura, como consecuencia de la comodidad a hora de preparar alimentos, según relatan específicamente las comunidades rurales del municipio de Necoclí. En cuanto a los procesos de transición del Binde al fogón industrial, 80% de los encuestados en el municipio de Turbo y 20% de los encuestados en el municipio de Necoclí en zonas urbanas manifestaron que estos procesos de evolución obedecen a desarrollos tecnológicos que permiten la optimización del tiempo en las técnicas de cocción de alimentos y reducen los problemas de salud derivados del uso de la leña. Aun así, 30% de las personas que emplean fogones industriales en el municipio de Turbo también usan fogones de banco con estructura en madera por razones de tradición culinaria.

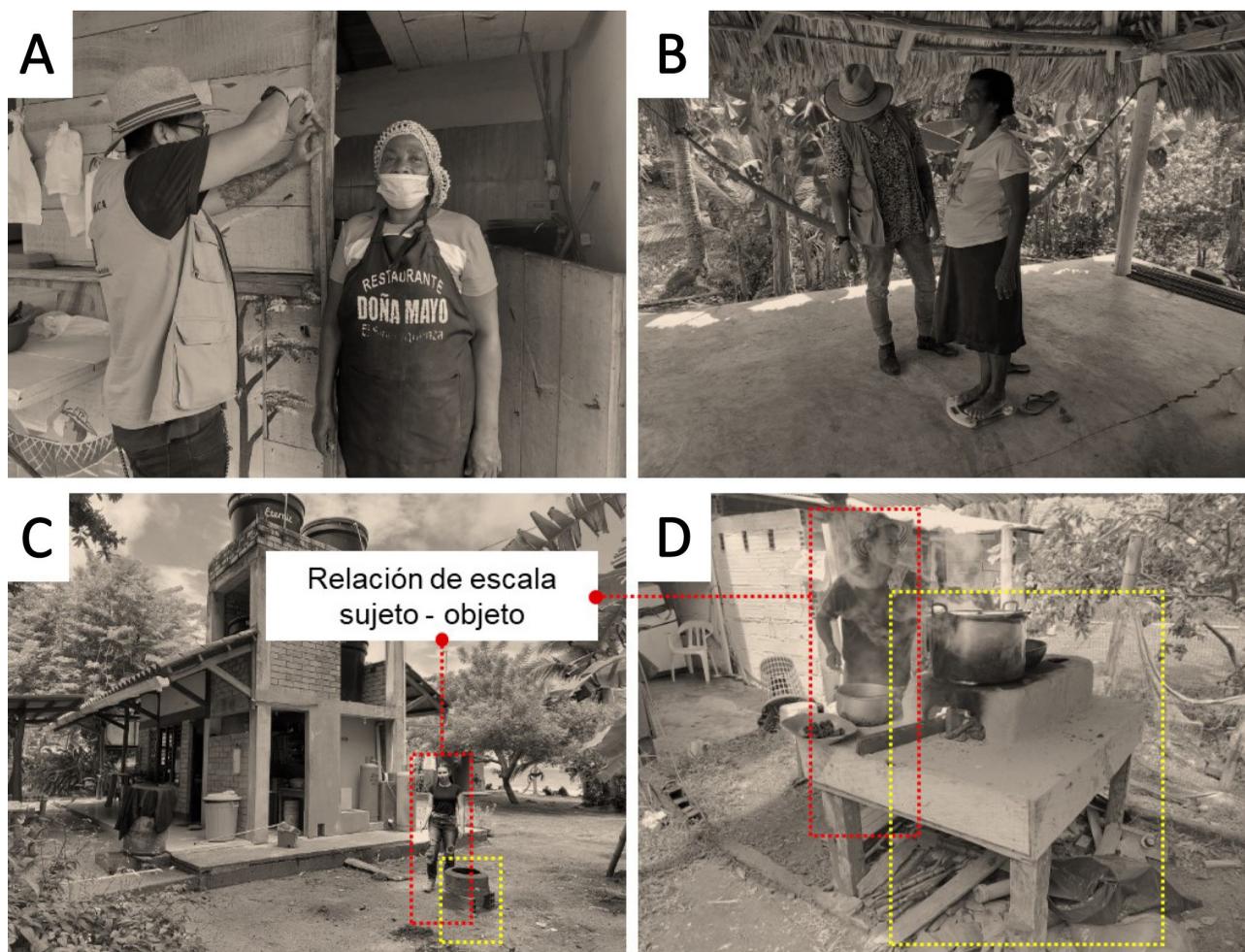
El factor económico en los procesos de transición del fogón desempeña un papel importante

tanto en las zonas rurales como urbanas de los municipios de estudio. Esto se debe a que, en las zonas urbanas, con el uso de fogones industriales, los procesos de cocción son más rápidos, lo que permite la comercialización de comidas de manera más eficiente. Sin embargo, en las zonas rurales, en algunas ocasiones, ahora mismo no se presenta un proceso de cambio de fogón, como consecuencia de la carencia de recursos económicos.

Relación ergonómica sujeto-objeto (fogones)

Para este punto, se procedió al análisis ergonómico mediante la toma de dimensiones antropométricas de los cocineros y cocineras afrodescendientes. Esta información se relacionó con las medidas de los fogones presentes en cada una de las zonas rurales y urbanas de los municipios de Necoclí y Turbo, como se muestra en la figura 11. El análisis se centró en las dimensiones que deben tener los fogones como componente de las cocinas de acuerdo con los referentes teóricos relacionados con la ergonomía y su articulación con los objetos, tal como se muestra en la tabla 2.

Figura 11. (A) (B) Toma de medidas antropométricas; (C) Relación de escala sujeto-binde; (D) Relación de escala sujeto-fogón de banco con estructura en madera



Fuente: : elaboración propia (2021). CC BY-NC.

Tabla 2. Alturas de fogones en relación con la altura de cocineros y referentes teóricos

Características	Municipio y zona			
	Turbo zona urbana	Turbo zona rural	Necoclí zona urbana	Necoclí zona rural
Cantidad de mujeres encuestadas	18	-	5	22
Cantidad de hombres encuestados	2	-	-	3
Estatura promedio hombres (m)	1.68	-	-	1.70
Peso promedio hombres (kg)	87	-	-	58.4
Estatura promedio mujeres (m)	1.56	-	1.50	1.57
Peso promedio mujeres (kg)	83	-	62	66
Altura promedio fogón binde (m)	0.40	-	-	0.50
Altura promedio fogón de banco con estructura en madera (m)	0.83	-	-	0.91
Altura promedio fogón industrial (m)	0.90	-	0.91	-
Referentes teóricos sobre alturas de encimeras para ubicación de fogones				
Altura de encimeras para fogones según referentes ergonómicos (m)	0.89-0.92	Referente Maza-Martín (2013) Fonseca (2021)		Panero & Zelnik (2017)
	0.85-0.90			
	0.81-0.85			

Fuente: : elaboración propia (2021). CC BY-NC.

Cabe resaltar que la altura antropométrica promedio de los hombres en Latinoamérica en zonas rurales corresponde a 1.63 m, mientras la de las mujeres se encuentra en 1.54 m; en zonas urbanas es de 1.73 m para hombres y 1.65 m para mujeres, según Fonseca (2021). De esto se deriva una adaptación ergonómica para encimeras y fogones con una altura comprendida

entre 0.81 m y 0.92 m, según se muestra en la tabla 3, en cuanto a la arquitectura doméstica. Esto tiene como finalidad garantizar la ergonomía durante la realización de actividades culinarias en torno al fogón. Al respecto, según los datos establecidos, solo cumplen con los criterios antropométricos el fogón de banco con estructura en madera y el fogón industrial.

Tabla 3. Posturas según tipología de fogón

Posturas	Código de postura	Posturas según tipología del fogón		
		Binde	Banco con estructura en madera	Industrial
ESPALDA				
Espalda recta	1		X	X
Espalda doblada	2	X		
Espalda girada	3			
Espalda girada + doblada	4			
BRAZOS				
Brazos por debajo del nivel de los hombros	1	X	X	X
Un brazo por encima del nivel de los hombros	2			
Dos brazos por encima del nivel de los hombros	3			
PIERNAS				
Sentado	1			
De pie, piernas rectas y peso equilibrado	2		X	X
De pie, piernas rectas y peso desequilibrado	3			
De pie o cuclillas, piernas flexionadas y peso equilibrado	4	X		
De pie o cuclillas, piernas flexionadas y peso desequilibrado	5			
Arrodillado	6			
Andando	7			
CARGA				
Carga menor de 10 kg	1	X	X	X
Carga entre 10 kg y 20 kg	2			
Carga mayor de 20 kg	3			

Fuente: : elaboración propia (2021). CC BY-NC.

Como complemento al análisis ergonómico, se procedió en las diferentes zonas de estudio con la implementación del método Ovako Working Analysis System (OWAS), con la finalidad de establecer una valoración física derivada de las posturas implementadas durante la realización de un trabajo, según Villar-Fernández (2015). Este sistema se aplicó al uso de las diferentes tipologías de los fogones estudiados

desde las posturas de las cocineras y los cocineros en relación con la posición de los brazos, la espalda, las piernas y la magnitud de carga durante la realización de movimientos a través de procesos de observación de las actividades culinarias.

Para este estudio se estableció una clasificación de posturas con una asignación de

códigos correspondiente a una serie de valores para cada una de las partes del cuerpo analizadas. La espalda correspondió al código 1, los brazos al código 2 y las piernas al código 3, además de un código 4 para la carga levantada. Para cada postura se asignan cuatro niveles de riesgo, teniendo en cuenta que la espalda corresponde a cuatro posturas, los brazos a tres y las piernas a siete. Además de lo anterior, se estableció una codificación asignada para las

cargas levantadas mientras se realizan las diferentes actividades culinarias, donde un código es 1 si se tienen menos de 10kg, 2 si es entre 10kg y 20kg, y 3 si es más de 20kg (Muñoz & Velasco, 2015). En la Tabla 4 se muestran los códigos para determinar las categorías de riesgo en relación con las actividades culinarias desarrolladas y las posturas implementadas durante la utilización de las diferentes tipologías del fogón.

Tabla 4. Clasificación de riesgos por código según posturas por tipología del fogón

ESPALDA	PIERNAS	1			2			3			4			5			6			7					
	CARGA	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
	BRAZOS																								
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1			
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1			
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2			
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	2	3	4		
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4		
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1			
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1			
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1			
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4			
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4			
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4			
TIPOLOGÍA DEL FOGÓN		CÓDIGO																							
Binde		2141																					3		
Banco con estructura en madera		1121																					1		
Industrial		1121																					1		

Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC.

Una vez analizadas las posturas y determinados los códigos en relación con las actividades en torno a las tipologías del fogón, según la tabla 3, se obtuvieron el código 2141 para el Binde y el código 1121 para el fogón de banco con estructura en madera y el fogón industrial. Con estos códigos se procedió a medir el riesgo mediante

el uso de la tabla 4, a través de la intersección de códigos y la correlación de la información obtenida en los procesos de observación de posturas. En la tabla 5 se establecieron los efectos sobre el sistema musculoesquelético en relación con las posturas derivadas del uso de las tipologías del fogón y las recomendaciones.

Tabla 5. Efectos de las posturas y acción correctiva según las tipologías del fogón

Categoría de riesgo	Efectos sobre el sistema musculoesquelético	Recomendación	Tipología del fogón		
			Binde	Banco con estructura en madera	Industrial
1	Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético	No se requiere acción correctiva		X	X
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema musculoesquelético	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano			
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema musculoesquelético	Se requieren acciones correctivas lo antes posible	X		
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema musculoesquelético	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente			

Fuente: : elaboración propia (2021). CC BY-NC.

Como resultado de este análisis, se determinó que los fogones bajos son una representación cultural de la gastronomía en el Caribe colombiano; sin embargo, desde el componente ergonómico ligado al uso, generan situaciones de riesgo que comprometen la integridad física de los cocineros y las cocineras afrodescendientes. Esto se observa en

comparación con otras tipologías de fogones, como los fogones de banco con estructura en madera y el fogón industrial. Visto lo anterior, esta situación se convierte en un argumento interesante sobre la transición de fogones como componentes de la arquitectura doméstica en las comunidades afrodescendientes en Colombia.

DISCUSIÓN

Con relación al análisis de resultados encontrados en cuanto al fogón como componente de la arquitectura doméstica a partir de la etnografía y la ergonomía de comunidades afrodescendientes y su transición, se establece que el uso de fogones tradicionales como el Binde, el fogón de tres piedras y el fogón de banco con estructura en madera significa en el ámbito histórico una representación cultural material ligada al quehacer gastronómico. Esta representación se ha heredado de generación en generación y ha conservado sus orígenes en el uso de materiales vernáculos, como la tierra, la arcilla, la piedra y la madera, pese a los procesos tecnológicos que dieron origen al fogón industrial y la necesidad de mejora continua de la sociedad. Dicha realidad contrasta con lo establecido por Berroeta et al. (2017) y Meléndez & Cañez-de-la-Fuente (2010) con respecto a la adaptabilidad del ser humano en cuanto la relación afectiva al entorno desde la afinidad emocional, el reconocimiento de la producción de significados sociales y la exploración de las prácticas materiales a través de las cuales el afecto hacia el lugar es creado y vivido.

Como consecuencia de lo anterior, según los resultados obtenidos, quince familias pertenecientes a las comunidades analizadas entre Turbo y Necoclí siguen utilizando de manera paralela tanto el fogón tradicional de leña como el fogón industrial de gas, debido al cimarronaje culinario y la tradición gastronómica. Esta condición se relaciona con la afirmación de Meléndez & Cañez-de-la-Fuente (2010) sobre las cocinas tradicionales, las cuales permitirían conocer las características de la vida social, económica y productiva de las comunidades, así como los cambios que han ocurrido en su estilo de vida y el modo en que estos se reflejan en la alimentación y, en especial, en la desaparición o la adaptación de saberes y prácticas culinarias.

Cabe resaltar que, según los datos obtenidos, las personas con mayor experiencia culinaria son, sobre todo, las mujeres, que representaron 90% del total de personas estudiadas, con una experiencia promedio de 28 años en la materia, mientras que los hombres ocuparon el 10% restante, con una experiencia promedio de 6 años. Las personas con más experiencia aseve-

raron que los procesos de transición del binde al fogón industrial obedecen a métodos de mejora continua en relación con los efectos adversos generados por el uso de la leña y las posturas.

Lo anterior pudo corroborarse mediante referentes teóricos y el análisis ergonómico aplicado con el método OWAS de Villar-Fernández (2015). Así, se determinó que el binde como fogón primario a nivel histórico representa un riesgo 3, considerando el factor de tiempo postural a lo largo de la vida de las cocineras, y el fogón de banco con estructura en madera, al igual que el industrial, un riesgo 1, esto con respecto al perfil postural exclusivamente, sin tener presentes los efectos generados por la leña. De ahí que el proceso de transición del binde al fogón de banco con estructura en madera se deba a un

CONCLUSIONES

Se determinó a partir de este estudio que el binde, como fogón tradicional del Caribe colombiano en comunidades afrodescendientes de los municipios de Turbo y Necoclí, presentó un proceso de transición hacia otras tipologías de fogones, como el fogón de banco con estructura en madera, y que esto se debe a los procesos de mejora con respecto de la ergonomía en las posturas de las cocineras. El fogón de banco con estructura en madera, de igual modo, trascendió al fogón industrial debido al riesgo de problemas respiratorios que puede generar la madera durante el proceso de cocción de alimentos, un hecho que está fundamentado en referentes y que el análisis etnográfico y las entrevistas también evidencian.

Sin embargo, se concluyó que las tipologías de fogones tradicionales en leña siguen siendo parte de la tradición gastronómica en la preparación de alimentos, pese a los desarrollos tecnológicos ligados a los fogones industriales presentes tanto en comunidades rurales como urbanas. Es por esta razón que, en ambos municipios, a la par, se implementa de manera paralela el uso de la cocina de leña en espacios abiertos y de gas en espacios cerrados, en lo que respecta a la arquitectura doméstica. La razón de esto es la tradición culinaria y el sabor diferenciador que le proporciona la leña a las comidas caribeñas.

CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

El proyecto de una aproximación a las tipologías del fogón colombiano es una investigación de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia desarrollada desde las líneas de investigación de cocina colombiana y arquitectura, patrimonio y contexto. Esta investigación fue financiada por la convocatoria interna de proyectos de investigación del año 2021; de

tema ergonómico, el cual suele ser seguido por el cambio a fogón industrial. Lo anterior es consecuencia de los procesos de adaptación y mejora continua de las comunidades afrodescendientes en relación con el quehacer culinario y la reducción de riesgos físicos ligados a la ergonomía y las problemáticas respiratorias. Tal hecho se corrobora con lo establecido por Pérez-Padilla et al. (1999), quienes afirman que una gran parte de la población mundial, especialmente en países en vías de desarrollo, está expuesta a contaminantes generados por fogones ineficientes, donde los niveles de contaminación son altos e incluyen sustancias cancerígenas; de ahí la necesidad de buscar alternativas que permitan salvaguardar a las personas de dichas problemáticas a través de la tecnificación del fogón.

Se determinó también que la tradición culinaria con relación a las tipologías de los fogones se encuentra respaldada en formas y patrones dimensionales similares que permiten el desarrollo de los fogones ancestrales. Lo anterior se ha conseguido mediante la implementación de materiales vernáculos que se convierten en objeto de tradición cultural, como es el caso de la tierra, la madera y las piedras.

A pesar de que existe una relación entre los procesos de transición de las tipologías del fogón y que en la actualidad se siguen implementando de manera recurrente, algunos fogones, como el binde, ergonómicamente siguen representando un riesgo postural; otros, como el fogón de banco con estructura en madera, representan un riesgo debido a los problemas en la salud humana que pueden derivarse del uso de la leña como combustible.

Para futuras investigaciones en lo que se refiere a los usos del fogón de acuerdo con sus tipologías y procesos de transición como elementos culturales en el marco de la gastronomía, se recomienda que se lleve a cabo un análisis que vincule no solo a la cultura afro del Caribe colombiano, sino también a las culturas mestiza e indígena presentes en el departamento de Antioquia.

ahí que el autor agradezca enormemente a la Institución Universitaria por su apoyo y por la oportunidad brindada. Los resultados de esta investigación y el producto final obtenido se dedican a la memoria del profesor de gastronomía y filosofía Sebastián Pérez Morales, quien, con sus ideas, hizo posible materializar este trabajo.

REFERENCIAS

- Berroeta, H., Pinto-de-Carvalho, L., Di-Masso, A., & Ossul-Vermeiren, M. I. (2017). Apego al lugar: una aproximación psicoambiental a la vinculación afectiva con el entorno en procesos de reconstrucción del hábitat residencial. *Revista INVI*, 32(91), 113-139. <https://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/62922>
- DeFelipe, J. (2011). The evolution of the brain, the human nature of cortical circuits, and intellectual creativity. *Frontiers in Neuroanatomy*, 5, 29. <https://doi.org/10.3389/fnana.2011.00029>
- Fonseca, X. (2021). *Las medidas de una casa: Antropometría de la vivienda*. Pax México.
- Gerbault, P., & Thomas, M. G. (2015). Human evolutionary genetics. En *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 289-296). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.82020-6>
- González-Díaz, M. J., & García-Navarro, J. (2016). Non-technical approach to the challenges of ecological architecture: Learning from Van der Laan. *Frontiers of Architectural Research*, 5(2), 202-212. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2016.01.005>
- Gowlett, J. A. J. (2016). The discovery of fire by humans: A long and convoluted process. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1696), 20150164. <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0164>
- Harari, Y. N. (2014). *Sapiens. De animales a dioses: Una breve historia de la humanidad*. Debate.
- Malinowski, B. (1973). *Los Argonautas del Pacífico Occidental*. Planeta-Agostini. <https://ciroespinoza.files.wordpress.com/2011/12/los-argonautas-del-pacifico-occidental-vol-1-bronislav-malinowski.pdf>
- Maza-Martín, J. J. (2013). *Elaboración de soluciones constructivas y preparación de muebles UF0196*. IC.
- Meléndez, T. J. M., & Cañez-de-la-Fuente, G. M. (2010). La cocina tradicional regional como un elemento de identidad y desarrollo local: el caso de San Pedro El Saucito, Sonora, México. *Revista de Estudios Sociales*, 1, 182-204. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018845572009000300008&script=sci_arttext&lng=pt
- Montoya-Vera, M. (2007). Arquitectura de la "Tradición Mito" en el valle medio del Santa: Sitio "El Silencio". *Bulletin de l'Institut Français D'études Andines*, 36(2), 199-220. <https://doi.org/10.4000/bifea.3795>
- Muñoz, F., M., & Velasco, A., Y. (2015). Evaluación de posturas de trabajo en la actividad de archivar documentos de proyectos de investigación. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 19(76), 128-137. <http://ve.scielo.org/pdf/uct/v19n76/art03.pdf>
- Naranjo, F. (2010). La problemática de la salud, en relación con las cocinas de leña en áreas rurales a nivel mundial. *Éxito Empresarial*, 123. http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_123_130910_es.pdf
- Panero, J., & Zelnik, M. (2017). *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*. Gustavo Gili.
- Patiño-Ossa, G. (2007). *Fogón de negros. Cocina y cultura en una región latinoamericana*. Convenio Andrés Bello.
- Pérez-Padilla, J. R., Regalado-Pineda, J., & Morán-Mendoza, A. O. (1999). La inhalación doméstica del humo de leña y otros materiales biológicos. Un riesgo para el desarrollo de enfermedades respiratorias. *Gaceta Médica de México*, 135(1), 19-29. http://www.anmm.org.mx/bgmm/1864_2007/1999-135-1-19-30.pdf
- Pizarro-Reyes, L., Díaz-Lazcano, V., Zumelzu, A., & Prieto, A. J. (2022). Resilience and sustainability assessment of cultural heritage and built environment: The Libertad pedestrian walkway in Valdivia, Chile. *Journal of Cultural Heritage*, 53, 154-164. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2021.11.013>
- Quiroz-Carranza, J. & Cantú-Gutiérrez, C. (2012). El fogón abierto de tres piedras en la península de Yucatán: tradición y transferencia tecnológica. *Revista Pueblos y Fronteras Digital*, 7(13), 270-301. <https://www.redalyc.org/pdf/906/90624811010.pdf>

- Rehfuess, E. (2007). *Energía doméstica y salud: Combustibles para una vida mejor*. OMS. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43705>
- Ruff, C. B. (2015). Body, Evolution of. En J. D. Wright (Ed.) *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 723-727). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.81028-4>
- Ruiz-Roa, U., & Navarro-Obeid, J. E. (2018). *Enfoques, teorías y perspectivas de la Psicología y sus Programas Académicos*. Corporación Universitaria del Caribe. <https://doi.org/10.21892/9789588557748>
- Sánchez-Jaramillo, L. F. (2005). La historia como ciencia. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 1(1), 54-82. <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134116845005.pdf>
- Soares, D. (2006). Género, leña y sostenibilidad: El caso de una comunidad de los Altos de Chiapas. *Economía Sociedad y Territorio*, 7(21), 151-175. <https://doi.org/10.22136/est002006276>
- Torres-Duque, C. A., García-Rodríguez, M. C., & González-García, M. (2016). Enfermedad pulmonar obstructiva crónica por humo de leña: ¿un fenotipo diferente o una entidad distinta? *Archivos de Bronconeumología*, 52(8), 425-431. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2016.04.004>
- Vargas-Cariola, J. E. (2003). Reseña de “La vida en Chiloé en los tiempos del fogón, 1900-1940” de Rodolfo Urbina Burgos. *Historia*, 36, 474-477. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33414428024>
- Villar-Fernández, M. F. (2015). *Posturas de trabajo: evaluación del riesgo*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. <https://www.insst.es/documents/94886/96076/Posturas+-de+trabajo.pdf/3ff0eb49-d59e-4210-92f8-31ef1b017e66>

Impacto de las propiedades superficiales de una cubierta sobre el desempeño térmico interior. Análisis descriptivo sobre un local comercial de gran superficie en tres ciudades colombianas

Effect of roof surface characteristics on interior thermal performance

Recibido: septiembre 24 / 2020 • Evaluado: febrero 3 / 2021 • Aceptado: agosto 2 / 2023

Juan-Esteban Tabares *

Universidad de San Buenaventura. Medellín (Colombia)
Facultad de Artes Integradas. Maestría en Bioclimática

Lucas Arango-Díaz **

Universidad de San Buenaventura. Medellín (Colombia)
Facultad de Artes Integradas. Maestría en Bioclimática

RESUMEN

Las propiedades superficiales de la envolvente arquitectónica son importantes a la hora de definir las estrategias del enfriamiento pasivo y del desempeño térmico en ambientes interiores. Para identificar su impacto, se investigaron metodologías que permitieran medir el desempeño térmico de las envolventes arquitectónicas en la región tropical. La transmitancia y la resistencia térmica de los materiales empleados son los parámetros más comunes para evaluar el desempeño térmico de estas; asimismo, son indicadores recomendados por la normatividad vigente en Colombia para mejorar dicho desempeño en el diseño de edificaciones con alta eficiencia energética. Sin embargo, propiedades superficiales como la emitancia (ϵ) y la absorptancia (α) de las envolventes expuestas a diversos factores climáticos han adquirido relevancia en la evaluación del desempeño térmico interior por su impacto en la temperatura de la superficie interna de la cubierta y, por consiguiente, en la temperatura media radiante al interior del edificio. Se hallaron métodos que se pueden aplicar en la evaluación del desempeño térmico sobre un modelo hipotético, parametrizando propiedades superficiales en cuatro tipos de cubierta. Los indicadores empleados, bajo la metodología del índice de desempeño térmico (TPI) y el análisis de grados/hora ($^{\circ}\text{C}/\text{h}$) se implementaron en tres zonas climáticas de Colombia para simular el desempeño térmico. Los resultados se exponen en tablas y gráficos de dispersión que comparan, entre varias ciudades, la temperatura superficial de cubiertas con emitancia (ϵ) 0.3 y (ϵ) 0.9 en varios niveles de absorptancia (α). Se observa que la asignación de valores a estas propiedades, en la incorporación de estrategias de enfriamiento pasivo, no debería generalizarse en un contexto que se caracteriza por su diversidad climática, como lo es el de nuestra región.

Palabras clave:

arquitectura bioclimática; confort; cubierta; material de construcción; temperatura.

ABSTRACT

Knowledge of surface properties of the architectural envelope are very important to define passive cooling strategies and thermal performance in indoor environments. To identify their impact, methodologies to measure the thermal performance of architectural envelopes in the tropical region were investigated. The transmittance and thermal resistance of the materials used are the most common parameters to evaluate the thermal performance of these. They are also indicators recommended by the current regulations in Colombia to achieve good thermal performance in the design of buildings with high energy efficiency. However, surface properties such as emittance (ϵ) and absorptance (α) of the envelopes exposed to various climatic factors have become relevant in the evaluation of the interior thermal performance due to their impact on the temperature of the internal surface of the envelope and, consequently, on the average radiant temperature inside the building. Methods were found that can be applied in the evaluation of thermal performance on a hypothetical model, parameterizing surface properties in four types of roofs. The indicators used under the thermal performance index (TPI) methodology and the analysis of degrees/hour ($^{\circ}\text{C}/\text{h}$) were implemented in three climatic zones of Colombia to simulate thermal performance. The results are presented in tables and scatter plots comparing, among several cities, the surface temperature of roofs with emittance (ϵ) 0.3 and (ϵ) 0.9 at various levels of absorptance (α). It is observed that the assignment of values to these properties, in the incorporation of passive cooling strategies, should not be generalized in a context that is characterized by its climatic diversity, as is that of our region.

Keywords:

bioclimatic architecture; comfort; construction material; roof temperature.

CÓMO CITAR

Tabares, J.-E., & Arango-Díaz, L. (2024). Impacto de las propiedades superficiales de una cubierta sobre el desempeño térmico interior. Análisis descriptivo sobre un local comercial de gran superficie en tres ciudades colombianas. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(1), 165-180. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.3702>

✦ Magíster en curso en Bioclimática. Universidad de San Buenaventura, Medellín (Colombia).

📍 <https://scholar.google.com/citations?authuser=1&hl=es&user=2AL6ShkAAAAJ>

📄 <https://orcid.org/0000-0002-7618-6660>

✉ arqestebantabares@gmail.com · juane.tabares@tau.usbmed.edu.co

✦✦ Doctor en Arquitectura y Urbanismo.

Docente investigador en la Universidad de San Buenaventura, Medellín (Colombia).

📍 <https://scholar.google.com/citations?%20user=BKEjaugAAAAJ&hl=es>

📄 <https://orcid.org/0000-0002-3638-3379>

✉ lucas.arango.diaz@gmail.com · lucas.arango@usbmed.edu.co

INTRODUCCIÓN

El presente es un artículo de investigación científica y tecnológica derivado de la investigación *Impacto de las propiedades superficiales de la cubierta en el desempeño térmico y demanda energética para el confort térmico en locales comerciales de gran superficie*, que se desarrolló entre agosto de 2019 y julio de 2020 y fue presentada en la Universidad de San Buenaventura, sede Medellín, para optar al título de magíster en Bioclimática.

Su objetivo es identificar el impacto de las propiedades superficiales emitancia (ϵ) y absorptancia (α) de la cubierta en el desempeño térmico, el confort térmico y la demanda energética. Todo esto en el marco de la climatización de un local comercial de gran superficie con presencia en tres ciudades del territorio colombiano: Bogotá, Medellín y Barranquilla. Para desarrollar el plan trazado se evalúa el comportamiento de las temperaturas superficiales en cubiertas con emitancias (ϵ) de 0.3 y (ϵ) 0.9, y diferentes niveles de absorptancia (α) en un local con ventilación natural. Con esta información se analizan el desempeño térmico y la demanda energética del local a partir de varios tipos de cubierta, mediante el índice de desempeño térmico (TPI, por sus siglas en inglés) y el análisis de grados/hora ($^{\circ}\text{C}/\text{h}$). Por último, se establece la relación entre el desempeño térmico y la demanda energética para la climatización del local comercial, según el rango de confort adaptativo que se establece en cada ciudad. Así, en este artículo solo se abordan la evaluación del comportamiento de

las temperaturas superficiales y el examen del desempeño térmico.

La idea de comparar el manejo de dichas propiedades, como estrategia pasiva, se deriva de lo expresado por Kabre (2010): el peor caso de desempeño térmico se presenta bajo las propiedades de una cubierta en acero galvanizado (AG) de poco espesor y, por lo general, en formatos de $\frac{1}{4}$ ". Así, se desarrolla un análisis comparativo de los resultados que se obtuvieron sobre un modelo hipotético, a través de simulaciones computacionales en las que fueron parametrizadas las propiedades superficiales de la cubierta empleando el software Design Builder.

El escenario científico de las últimas dos décadas evidencia primordialmente una línea conducente al mejoramiento de las propiedades para los materiales empleados en espacios urbanos (Muscio, 2018; Synnefa, Santamouris, & Livada, 2006; Synnefa, Santamouris, & Apostolakis, 2007b) y envolvente de edificaciones (Arumugam et al., 2015; Brito Filho & Santos, 2014; Fang et al., 2019; Huang & Ruan, 2017; Roriz, Dornelles, & Roriz, 2007; Roriz, 2011; Sameera et al., 2019; Synnefa, Santamouris, & Akbari, 2007a; Vall & Castell, 2017; Zhai et al., 2017), y otra que aborda el impacto de la estrategia en el desempeño térmico y en la demanda energética para la climatización de ambientes interiores (Brito Filho & Santos, 2014; Hu & Yu, 2019). En esta última se enmarcó la presente investigación.

Figura 1. Esquema del marco teórico de la investigación



Fuente: elaboración propia (2020).

Para definir los criterios de evaluación del desempeño térmico de los ambientes interiores en ambas tendencias, fueron claves el contexto climático y la teoría del confort adaptativo. Esta última sugiere que las expectativas de una persona, para sentirse cómoda con la temperatura interior de una edificación, se moverán en dirección al promedio de las condiciones que ha experimentado en su día a día, tanto en espacios exteriores como interiores (De Dear et al., 1997; De Dear & Brager, 2002).

En la línea que busca mejorar las propiedades de los materiales, el enfriamiento radiativo (en inglés, *radiative cooling*) es una alternativa que mitiga el impacto del flujo de calor a través de los mismos. Consiste en emplear la pérdida de calor mediante la emisión de radiación de onda larga a otro cuerpo más frío, a través de las propiedades termofísicas y superficiales de un material. Cuando este material se enfrenta a una superficie más fría, como el cielo, logra enfriarse por el balance térmico que ocurre entre la radiación solar que absorbe, según su reflectancia (p), y la que puede emitir, según su emitancia (ϵ); además, se tienen en cuenta los fenómenos de conducción y convección entre sí y el aire que la rodea (Vall. & Castell, 2017).

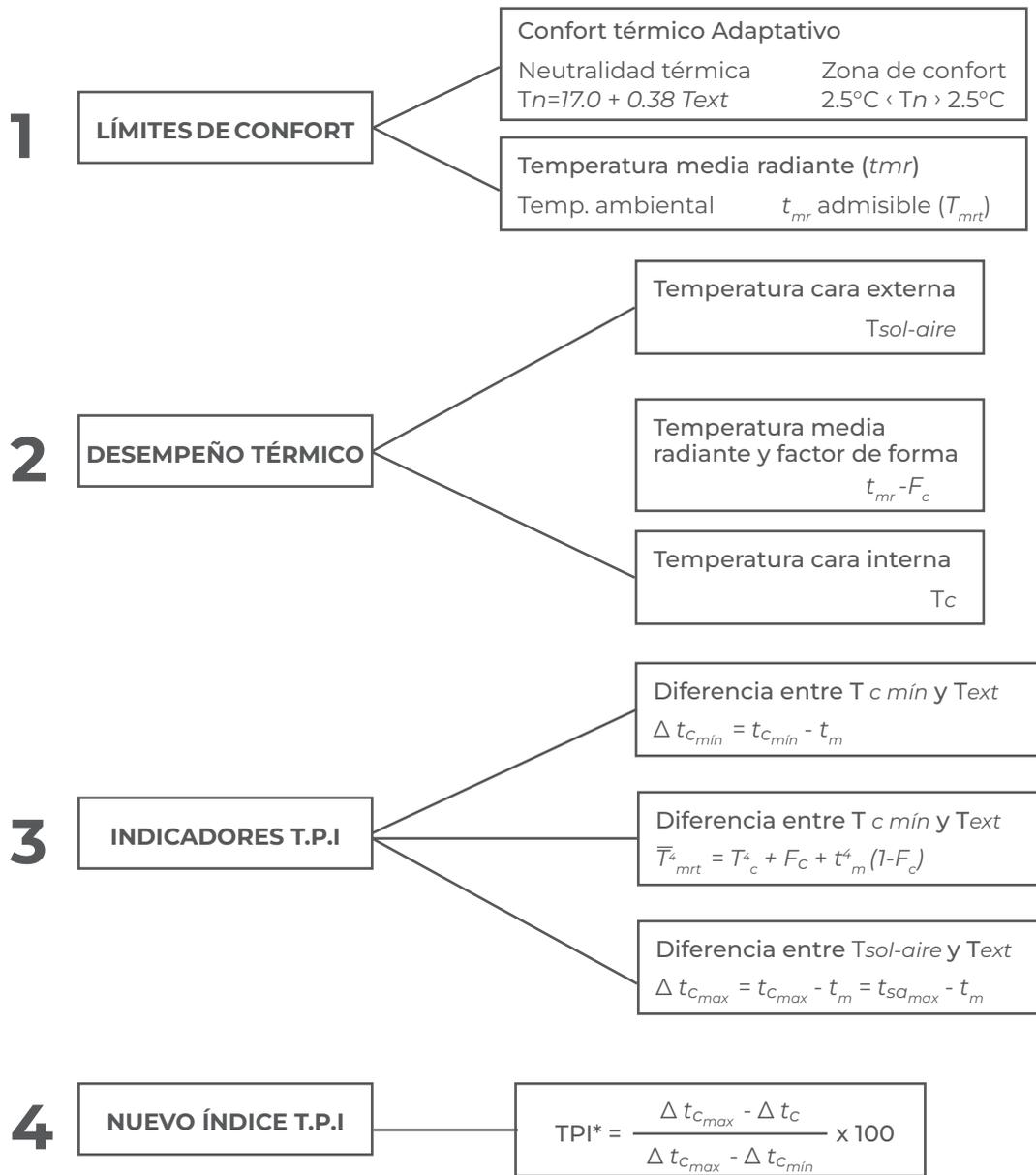
Mediante el desarrollo de materiales fríos (conocidos en inglés como *cool roofs*), que se caracterizan por tener una superficie envolvente muy eficiente para reflejar la radiación en el espectro solar y para liberar el calor que acumulan las construcciones, una superficie de cubierta puede permanecer menos caliente bajo la exposición solar que una superficie similar con valores inferiores en reflectancia (p) y emitancia (ϵ). Esta alternativa puede reducir la intensidad del flujo de calor a través de la cubierta, lo que disminuye la cantidad de calor transferida al ambiente interior por convección y radiación. Esto tiene como resultado un menor impacto en la temperatura media radiante interior, de modo que se alcanza un menor estrés térmico y se consigue un comportamiento menos disímil entre la temperatura del aire interior y

exterior (Levinson et al., 2005), mejorando así el desempeño térmico.

La transmitancia y la resistencia térmica de los materiales empleados en la cubierta son los parámetros más conocidos para evaluar el desempeño térmico de la misma. Aun así, en varias investigaciones (Barrios et al., 2012) se cuestiona su pertinencia, ya que permiten evaluar el desempeño térmico en condiciones estacionarias sin tener en cuenta factores como las propiedades superficiales de los materiales empleados o la amplitud de la oscilación en el comportamiento de la temperatura exterior, la cual incide notoriamente en el flujo de calor a través de la cubierta. No obstante, en nuestro país estos parámetros son recomendados para alcanzar óptimos desempeños térmicos en el diseño de edificaciones con eficiencia energética (Minvivienda, 2015).

Sin embargo, índices como el TPI ya han sido propuestos para estimar el desempeño térmico de cubiertas (Barrios et al., 2012; Kabre, 2010) y constituyen un referente de evaluación para este estudio. El TPI toma como indicadores la temperatura del aire interior y la temperatura de la cara interna de la cubierta, lo que confirma la importancia predominante de la cubierta y de sus propiedades superficiales en el análisis del desempeño térmico interior. La evaluación de la cubierta expuesta a los factores climáticos de las ciudades en cuestión se logró monitoreando la temperatura en la superficie interior de la cubierta, así como la temperatura media radiante al interior del ambiente construido. En ambos casos se establecieron los límites aceptables en la oscilación de ambos indicadores para el confort térmico en el ambiente interior de cada clima. De esta forma, al monitorear el incremento de temperatura de la superficie interna de la cubierta sobre la temperatura media interior del ambiente construido, se establecen los límites aceptables del incremento de la una sobre la otra. La Figura 2 ilustra el concepto de este índice.

Figura 2. Mapa conceptual del nuevo TPI



Fuente: elaboración propia (2020).

Los resultados mostraron que la categorización del desempeño térmico de un mismo sistema de cubierta varía según las características del clima en que se evalúe y la definición de la temperatura de confort en el lugar en que se localice.

TPI e indicadores de impacto

En este índice se consideran los siguientes indicadores:

1. Temperatura sol-aire
2. Temperatura en la cara interna de la cubierta
3. Temperatura media radiante y factor de forma
4. Temperatura ambiente

5. Temperatura media radiante admisible
6. Temperatura admisible en la cara interna de la cubierta

Con los que se construyen los indicadores:

- A. Diferencia admisible de la temperatura de la cara interna de la cubierta sobre la temperatura interior.
- B. Elevación máxima admisible de la temperatura de la cara interna de la cubierta sobre la temperatura interior.

A continuación, se exponen estos indicadores.

1. Temperatura sol-aire (t_{sa}): temperatura exterior que ocasiona el mismo promedio de flujo de calor y la misma temperatura distribuida a través del material en la superficie, como resultado de la temperatura exterior y

del intercambio de radiación entre la superficie y su entorno (Rao, K. R., & Ballantyne, E. R. 1970). Se calcula mediante la siguiente ecuación (Kabre, 2010):

$$t_{sa} = t_{oa} * 1/f_o (I_g * \alpha - \varepsilon * \Delta I_l) \quad (1)$$

Donde:

t_{sa} = temperatura sol-aire (°C)

t_{oa} = temperatura del aire exterior (°C)

f_o = conductancia de la cara externa (W/m² K)

I_g = radiación solar incidente (W/m²)

α = absortancia

ε = emisividad

ΔI_l = radiación de onda larga que se intercambia entre un cuerpo negro a temperatura ambiente y el ambiente a su alrededor (W/m²)

2. Temperatura en la cara interna de la cubierta (t_c): cantidad de calor en la cara interna de un sistema de cubierta que resulta del flujo de calor ocasionado por su exposición a la radiación solar. Se puede calcular con la ecuación 2 (Kabre, 2010):

$$t_c = t_{ai} + U \cdot R_{si} [(t_{sa} - t_{ai}) + \mu (t_{sa} (\theta - \emptyset) - t_{sa})] \quad (2)$$

Donde:

t_c = temperatura de la cara interna de la cubierta (°C)

t_{ai} = temperatura interior del ambiente (°C)

U = transmisividad del material (W/m² K)

R_{si} = resistencia térmica superficial de la cara interna de la cubierta (m² K/W)

t_{sa} = promedio de la temperatura sol-aire en un rango de tiempo según el estudio (°C)

μ = factor de decremento

$t_{sa} (\theta - \emptyset)$ = temperatura sol-aire horas antes según el desfase térmico (°C)

3. Temperatura media radiante (t_{mrt}) y factor de forma (F_c): se define como la temperatura uniforme de un recinto negro imaginario en el que un ocupante intercambiaría la misma cantidad de calor por radiación, como en el ambiente no uniforme real (ANSI/ASHRAE, 2010).

El factor de forma (F_c) define tomar, en lugar de la temperatura del globo, la temperatura superficial de la cara interna de la cubierta, afectándola por el ángulo sólido del recinto (F_c = medida del tamaño aparente de la cubierta desde el centro del recinto) y

adicionándole la temperatura interior. La ecuación 3 describe este cálculo (Kabre, 2010):

$$T_{mrt}^4 = T_c^4 F_c + T_{ai}^4 (1 - F_c) \quad (3)$$

Donde:

T_{mrt} = temperatura media radiante (°C)

T_c = temperatura superficial de la cara interna de la cubierta (°C)

F_c = factor de forma (ángulo sólido)

T_{ai} = temperatura de aire interior (°C)

4. Temperatura ambiente (t_{env}): es un indicador de la temperatura interna de un recinto que incorpora el efecto de la temperatura media radiante y de la transferencia de calor por convección. Este indicador fue sugerido en 1968 por el Building Research Station (Loudon, 1968) y en 1979 adoptado en Londres por The Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE) en sus documentos orientadores sobre criterios de diseño y métodos de cálculo para la evaluación del confort térmico y la demanda de energía en edificaciones (Kabre, 2010).

Establece que, de la misma forma en que en el modelo de confort adaptativo se toma la temperatura media del mes como referencia en el cálculo de la temperatura neutral (ANSI/ASHRAE, 2010), para asegurar confort en el cálculo de la temperatura ambiente, esta debe basarse en la temperatura neutral como promedio. El cálculo se describe en la ecuación 4 (Kabre, 2010):

$$t_{env} = \frac{2}{3} t_{mrt} + \frac{1}{3} t_{ai}$$

Entonces

$$t_{env} = \frac{2}{3} t_{mrt} + \frac{1}{3} t_m \quad (4)$$

Donde:

t_{env} = temperatura ambiental

t_{mrt} = temperatura media radiante

t_m = temperatura promedio del aire interior

5. Temperatura media radiante admisible (t_{mrt}): corresponde al incremento ocasionado por el flujo de calor en la cubierta y está definida por la ecuación 5 conocida con el nombre de nueva temperatura media radiante permitida (Kabre, 2010):

$$t_{mrt} = \frac{(t_{env} \times 3 - t_m)}{2} \quad (5)$$

Donde:

t_{mrt} = temperatura media radiante admisible

t_{env} = temperatura ambiental

t_m = temperatura promedio del aire interior

6. Temperatura admisible en la cara interna de la cubierta (t_{cmin}): Como el flujo de calor en la cubierta afecta la t_{mr} al interior del recinto, este indicador se debe mantener por debajo del valor que se obtiene mediante la siguiente ecuación (Kabre, 2010):

$$T_{mrt}^4 = T_c^4 F_c + T_m^4 (1 - F_c) \quad (6)$$

Donde:

T_{mrt} = temperatura media radiante (°C)

T_c = temperatura superficial de la cara interna de la cubierta (°C)

F_c = factor de forma (ángulo sólido)

T_m = temperatura media exterior (°C)

Con estos índices puede evaluarse el desempeño térmico y la demanda energética con el fin de proveer el confort térmico de un recinto mediante los siguientes indicadores:

A. Diferencia admisible de la temperatura de la cara interna de la cubierta sobre la temperatura interior (Δt_{cmin})

La siguiente ecuación describe esta diferencia (Kabre, 2010):

$$\Delta t_{cmin} = t_{cmin} - t_m \quad (7)$$

Donde:

Δt_{cmin} = diferencia aceptable de la temperatura de la cara interna de la cubierta sobre la temperatura interior (°C)

t_{cmin} = temperatura aceptable en la cara interna de la cubierta (°C)

t_m = temperatura media exterior (°C)

B. Elevación máxima admisible de la temperatura de la cara interna de la cubierta sobre la temperatura interior (Δt_{cmax})

De igual manera, la diferencia de temperatura entre la máxima elevación de la cara interna de la cubierta y la temperatura interior es otro

indicador para evaluar el desempeño de una cubierta. Se obtiene mediante la ecuación 8 (Kabre, 2010):

$$\Delta t_{cmax} = t_{cmax} - t_m = t_{samax} - t_m \quad (8)$$

Donde:

Δt_{cmax} = elevación máxima aceptable de la temperatura de la cara interna de la cubierta sobre la temperatura interior (°C)

t_{cmax} = temperatura máxima en la cara interna de la cubierta (°C)

t_m = temperatura media exterior (°C)

t_{samax} = temperatura sol-aire máxima (°C)

La diferencia mínima admisible Δt_{cmin} y la elevación máxima admisible Δt_{cmax} de la cara interna de la cubierta sobre la temperatura interior se pueden definir en el TPI como los límites paramétricos principales para evaluar el desempeño térmico de una cubierta. Para ello se deben considerar las condiciones climáticas y las propiedades térmicas de materiales específicos, en función del confort térmico, mediante la fórmula descrita en la ecuación 9 (Kabre, 2010):

$$TPI = \frac{\Delta t_{cmax} - \Delta t_c}{\Delta t_{cmax} - \Delta t_{cmin}} \times 100 \quad (9)$$

Donde:

TPI = índice de desempeño térmico.

Δt_{cmax} = elevación máxima de la temperatura de la cara interna de la cubierta sobre la temperatura interior.

Δt_c = elevación de la temperatura de la cara interna de la cubierta sobre la temperatura interior.

Δt_{cmin} = elevación aceptable de la temperatura de la cara interna de la cubierta sobre la temperatura interior.

Estos indicadores permitieron examinar el impacto de las propiedades superficiales de las cubiertas en el desempeño térmico, el cual influye en el balance energético al momento de garantizar las condiciones propias de confort al interior de los locales comerciales de gran superficie.

METODOLOGÍA

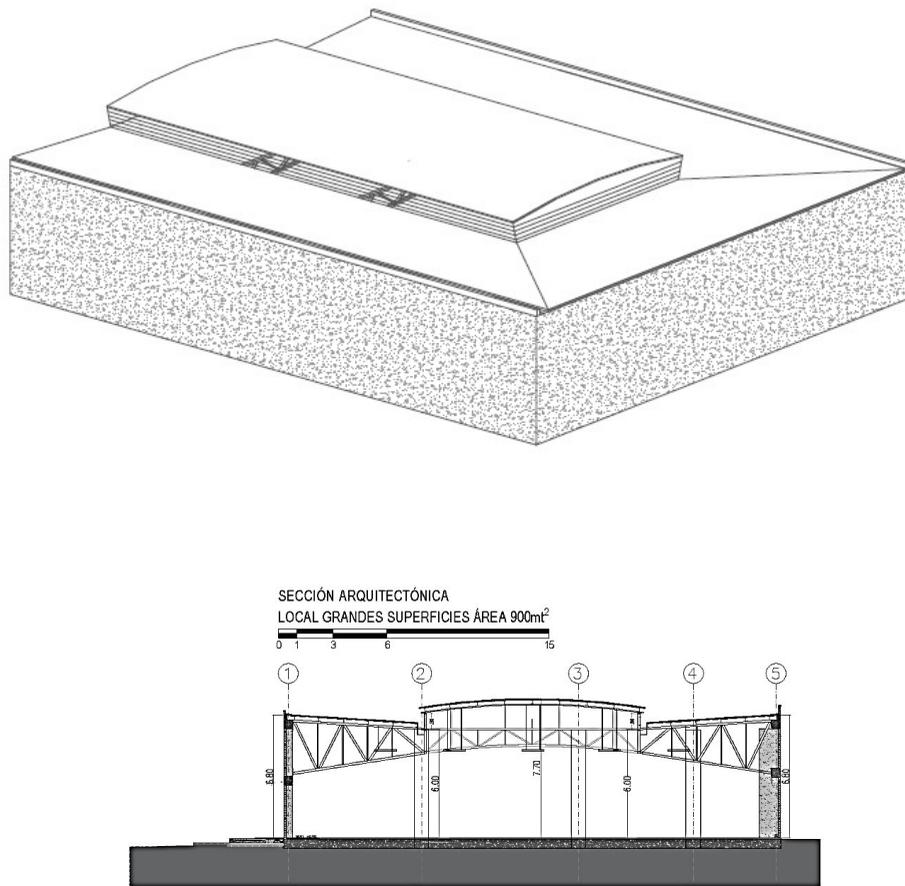
El modelo objeto del estudio elegido corresponde a un local comercial de gran superficie. Esta es una tipología que, por lo general, está conformada por locales en centros

comerciales e hipermercados de cadena (López de Lucio, 2006; Silva Guerra, 2011; Vecslir Peri, 2005); en este caso se ha elegido un local de una planta de aproximadamente

900m². Posee una cubierta a tres alas de baja pendiente (3%) y, al centro, una sobrecubierta curva. Los cerramientos verticales son configurados en mampostería de ladrillo

revocado con mortero de arena y cemento por la cara interior, lo que evita la penetración de la radiación solar directa a través de las fachadas (Figura 3).

Figura 3. Esquema volumétrico y sección transversal del local objeto de estudio



Fuente: elaboración propia (2020).

Así mismo, la altura libre, desde el piso acabado a la cara interna de la cubierta, varía por la curvatura en el centro de la planta, con una altura de 7.70 m al centro de la misma y 6.80 m en el perímetro del local. Una rejilla a modo de ventana permeable, de un metro de altura en los laterales de la cubierta curva, marcó la diferencia de altura entre ambas y permitió la evacuación de aire caliente.

El local está orientado con su cara más larga noroeste-sudeste, como se expone en la Figura 03. Dando así prevalencia a esta frente a la predominancia de origen de los vientos que, según el Atlas de Viento del Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (Murcia et al., 2017), presentan un predominio de la dirección noreste para Bogotá y Barranquilla y de la dirección norte en la ciudad de Medellín.

Configuración y parametrización de las propiedades superficiales de la cubierta

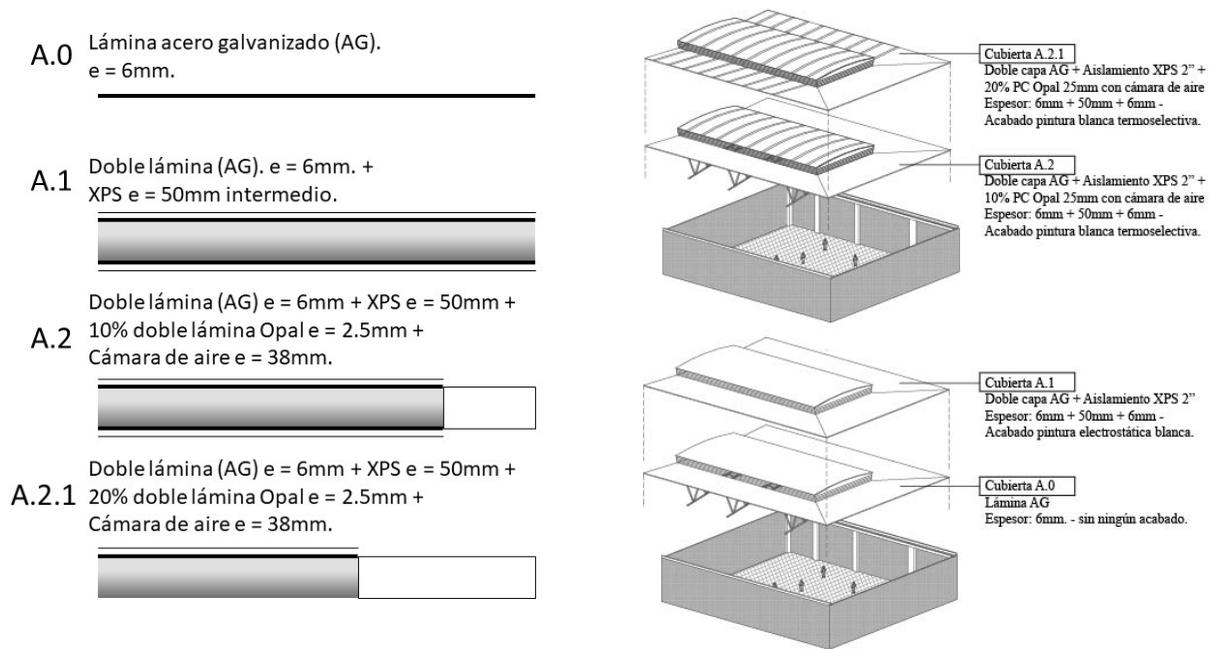
Se emplearon cuatro configuraciones constructivas de cubierta, con superficies lisas y planas, en las que se manipularon las propiedades superficiales, el espesor y el porcentaje de translucidez para una iluminación natural (Figura 4).

El local se simuló en las tres ciudades con todas estas configuraciones, en 5 niveles de absorción (α) para emisividades (ϵ) 0.3 y 0.9.

Ciudades de aplicación para la evaluación

La investigación se realizó en Bogotá, Medellín y Barranquilla. Ciudades que poseen diferentes tipos de climas y cuyas características se exponen en la Tabla 1.

Figura 4. Configuración de las cubiertas para el local a simular



Fuente: elaboración propia (2020).

Tabla 1. Características climáticas de las ciudades en que se inscribe la investigación

Ciudad	Latitud	Altitud	Radiación solar	Tipo de clima	Rango de temperatura promedio
Bogotá	4°35´N	2630 m.s.n.m.	5.30	frío	12°C – 18°C
Medellín	6°15´N	1531 m.s.n.m.	4.80	templado	18°C – 24°C
Barranquilla	10°88´N	30 m.s.n.m.	5.90	cálido húmedo	> 24°C

Fuente: elaboración propia (2020).

Software para modelado y simulación

Para modelar el local bajo las condiciones climáticas de Bogotá, Medellín y Barranquilla, se empleó Design Builder. Este software especializado es útil para la simulación ambiental y energética de edificios, ya que permite evaluar aspectos de confort adaptativo y simple, consumos energéticos, emisiones de dióxido de carbono y el comportamiento térmico de la envolvente de las edificaciones para calcular las ganancias de calor a través de los cerramientos y aberturas.

Se configuró la localización según la ciudad de cada modelo a simular, introduciendo la información geográfica y las especificaciones

de latitud, longitud y altitud sobre el nivel del mar; así como las características del clima y de la radiación solar global incidente con un cielo completamente despejado, de acuerdo a las opciones que el software permite y en concordancia con la variable ΔI de la ecuación 1. Esta variable hace referencia a la relación entre la emisividad del material y la disponibilidad de la radiación según la condición de visibilidad del cielo en un momento dado. En esta tesis se asignó un valor de 95W/m² en cada ciudad.

Los aspectos ambientales que tienen que ver con el uso comercial y la ocupación del edificio se configuraron de la siguiente manera:

Tabla 2. Aspectos ambientales del interior del local simulado

Concepto	Valor
Horario de operaciones	7:00am a 10:00pm. (365 días)
Densidad de ocupación	0,1877 personas/m ²
Factor de ganancia térmica por metabolismo	0.90 Watts/persona
Carga térmica por equipos e iluminación	25W/m ²

Fuente: elaboración propia (2020).

Por último, se aplicaron al modelo los materiales constructivos de los cerramientos y las propiedades superficiales de la cubierta. Los materiales se seleccionaron en la pestaña de materiales

constructivos del panel de navegación del edificio y sus propiedades se modificaron según su configuración. Los datos fueron consignados en tablas como la que se expone a continuación:

Tabla 3. Propiedades termofísicas del material en las cubiertas a simular

Cubiertas	e espesor (mm)	ρ densidad (Kg/m ³)	R resistencia térmica	U transmitancia térmica	Coefficiente Conductivo	Coefficiente Convectivo	Coefficiente Radiativo	α absortancia	ε emitancia
A.0	6	7800	0.14	7.14	50.00	23.29	1.71	0.10	0.30
A.1	6	7800							
	50	35	1.61	0.62	50.00	23.29	1.71	0.10	0.30
	6	7800							
	6	7800	1.61	0.62	50.00	23.29	1.71	0.10	0.30
A.2	50	35		Doble lámina de AG con aislamiento XPS / 10% doble lámina opal 2.5mm					
	2.5	1200	0.65	1.53	0.03	SHGC: 0.208		0.42	0.05
	6	7800	1.61	0.62	50.00	23.29	1.71	0.10	0.30
A.2.1	50	35		Doble lámina de AG con aislamiento XPS / 20% doble lámina opal 2.5mm					
	2.5	1200	0.65	1.53	0.03	SHGC: 0.208		0.42	0.05

Fuente: elaboración propia (2020).

Los valores R y U de las propiedades térmicas de los materiales y los coeficientes de transferencia de calor convectivo y radiativo se tomaron directamente de la base de datos de materiales del *software* y fueron empleados en el cálculo de los indicadores de desempeño térmico.

En cada ciudad se realizaron cuarenta simulaciones; diez por cada tipo de cubierta bajo efectos de la radiación solar y la temperatura exterior, parametrizando para los valores de emitancia (ε) (0.3 y 0.9) diferentes absortancias (α) (0.1, 0.3, 0.5, 0.7 y 0.9) de la superficie de acabado en la cubierta.

La información obtenida en las simulaciones permitió definir el comportamiento térmico de un local comercial de gran superficie según las condiciones climáticas de cada ciudad. De esta manera, se observaron la temperatura externa e interna de la cubierta durante el horario de operación del local durante un año. Esto permitió evaluar el impacto de las propiedades superficiales sobre la temperatura de la

cara externa e interna de la cubierta y sobre la temperatura media radiante del local.

Mediante estas simulaciones, y atendiendo la hipótesis del confort adaptativo, fueron obtenidas la temperatura interior promedio (t_m) y la temperatura media radiante (t_{mr}) del local en cada ciudad. Esto permitió hallar matemáticamente la temperatura ambiente (t_{env}) del local, que permite entender la temperatura interior bajo el efecto de la temperatura media radiante y de la transferencia de calor por convección (Loudon, 1968). Posteriormente se estableció, según las condiciones climáticas de cada ciudad, la temperatura media radiante admisible (t_{mrt}) para el interior del local como el indicador principal para la construcción de los indicadores de la evaluación del desempeño térmico.

De esta manera se pudo continuar el análisis matemático para predecir, mediante los indicadores del TPI, la cantidad de calor radiante que puede llegar a emitir la envolvente analizada, sin impactar de forma negativa las condiciones de confort en el interior del local (Kabre, 2010).

RESULTADOS

Las figuras que se muestran a continuación presentan el resultado del desempeño térmico TPI evaluado para el modelo simulado en cada ciudad.

Los marcadores se han diferenciado para indicar el resultado en segmento de línea horizontal para la cubierta A.0 y mediante otras figuras para las cubiertas con aislamiento térmico A.1, A.2 y A.2.1. Las abscisas corresponden

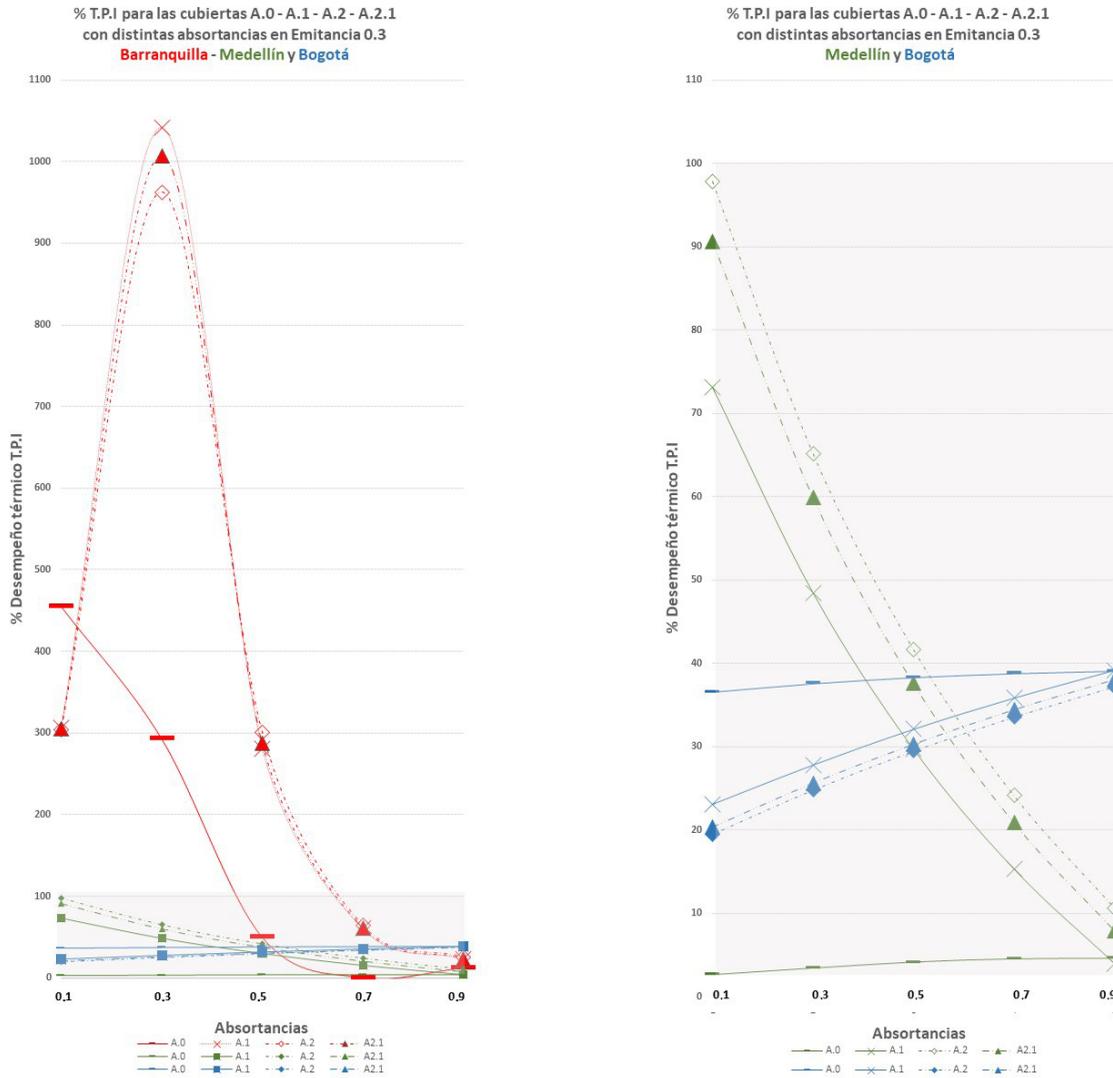
a la absortancia (α) y las ordenadas al porcentaje TPI obtenido. El color diferencia los resultados de cada ciudad: azul para Bogotá, verde para Medellín y rojo para Barranquilla.

El estudio evidenció en clima cálido húmedo (Barranquilla, latitud 10°59´) que, para cubiertas de baja emitancia (ε) la baja absortancia (α) favorece el comportamiento de cubiertas mono-capa de AG con desempeños superiores al 100%

hasta absorptancias (α) de 0.4. Un desempeño de 49% se logró con absorptancia (α) de 0.5 y el nivel de desempeño continúa en decremento con el

aumento de la absorptancia (α), encontrando el nivel más desfavorable (0.04%) con absorptancia (α) de 0.7 (Figura 5).

Figura 5. Comparación del TPI para emitancia 0.3



Nota. A la izquierda se presenta una comparación entre Barranquilla y las ciudades de Medellín y Bogotá. A la derecha se presenta una comparación entre Medellín y Bogotá.

Fuente: elaboración propia (2020).

Por el contrario, para latitudes menores como es el caso de Medellín (latitud 6°15') y Bogotá (latitud 4°35'), el comportamiento de estas cubiertas en AG de bajo espesor mejora levemente con el aumento de la absorptancia (α) (Figura 5). Bogotá presenta un mayor rango de desempeño térmico (36.5% a 39%) que Medellín (2.5% a 4.5%), pues la temperatura promedio del aire es más baja en Bogotá, lo que le permite balancear la temperatura con el aumento que representa la absorptancia (α) en la temperatura de la cara interna de la cubierta.

En este estudio se observa que, en Medellín, el comportamiento de las cubiertas de baja emitancia (ϵ) con aislante térmico sigue la lógica del comportamiento que presentan en Barranquilla; es decir, su desempeño disminuye con el aumento de la absorptancia (α), aunque

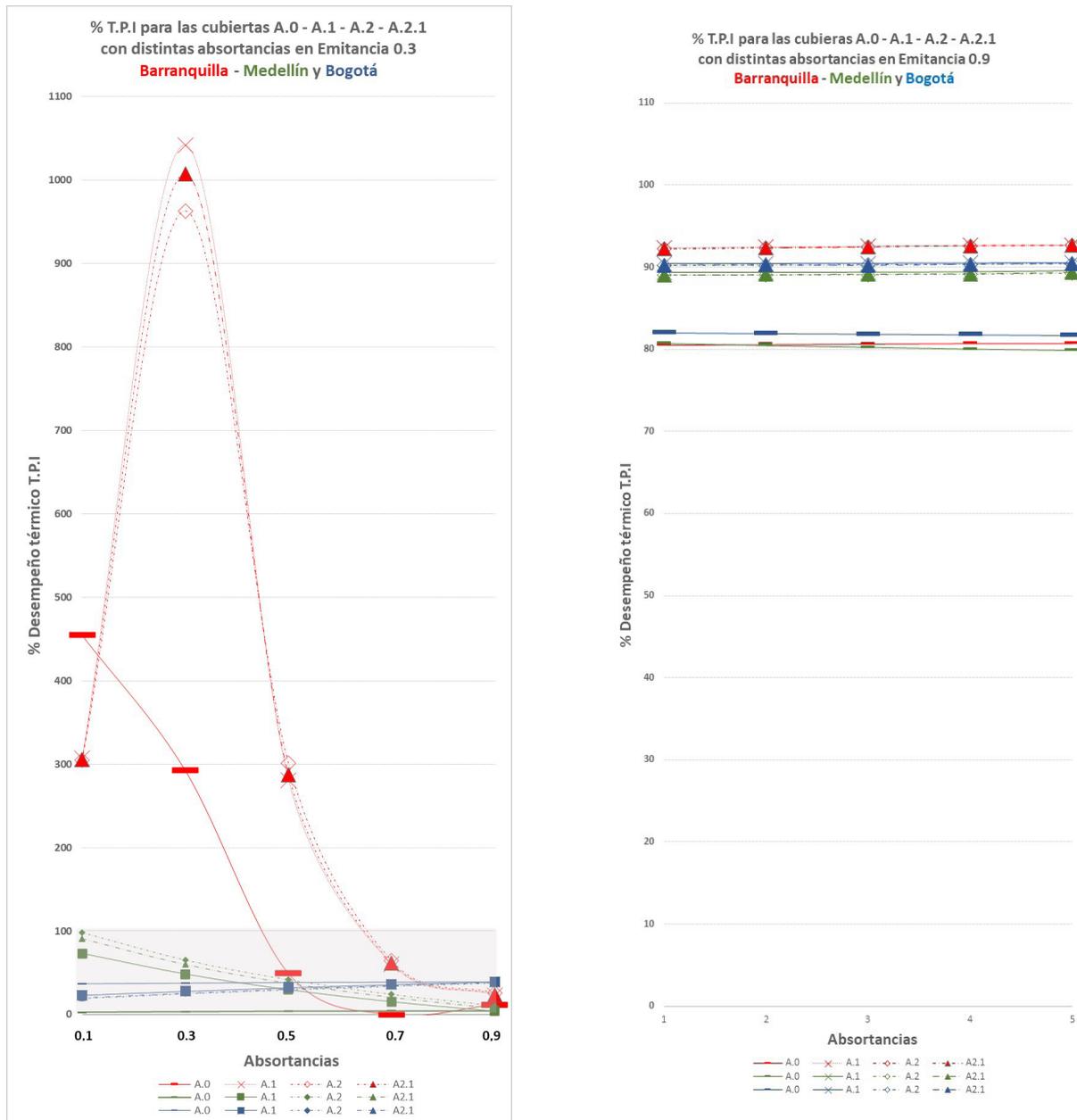
para Medellín esto sucede con una pendiente menos pronunciada. En esta ciudad también se observó que el desempeño térmico del local se vio favorecido con la incorporación de franjas de translucidez para la iluminación natural en la cubierta, en un porcentaje no mayor al 10% de su área, lo que puede entenderse como una vía de disipación de la radiación de onda larga emitida por las superficies interiores del local, gracias al porcentaje de translucidez incorporado. En Barranquilla esta estrategia fue negativa para el desempeño térmico del local, lo que puede entenderse porque allí la radiación solar es mayor e incrementa la ganancia térmica solar por radiación directa en el interior del local.

Otro hallazgo interesante es que el desempeño térmico de las cubiertas en AG con aislamiento térmico en Bogotá siempre fue inferior

al de una cubierta en AG monocapa; ambos casos tienden a mejorar con la absorptancia

(α), equivalentes cuando presentan 100% de opacidad y alta absorptancia (α) (0.9).

Figura 5. Comparación de índice TPI en emitancias (ϵ) 0.3 y 0.9 en las ciudades estudiadas



Fuente: elaboración propia (2020).

En la Figura 6 se presenta la comparación de los resultados con emitancia (ϵ) en 0.3 a la izquierda y emitancia (ϵ) en 0.9 a la derecha. Se observa que, a diferencia del desempeño térmico dependiente de la absorptancia (α) que presentan las cubiertas con emitancia (ϵ) en 0.3, las cubiertas con emitancia (ϵ) en 0.9 presentan una característica de homogeneidad en el comportamiento de su desempeño en todos los distintos niveles de absorptancia (α), así como de su espesor (incluido aislamiento) e incorporación de translucidez entre 1% y 20% de su área. Bajo este nivel de emitancia (ϵ), se observó que las cubiertas monocapa fueron las que permitieron los niveles de desempeño térmico más bajos, presentando mejor comportamiento para climas fríos que para climas cálidos. En

oposición, las cubiertas en alta emitancia (ϵ), con aislamiento térmico y alta absorptancia (α) permitieron desempeños térmicos más altos en climas como el de Barranquilla.

En cualquiera de las ciudades estudiadas, la emitancia (ϵ) en 0.9 para la cubierta de un local comercial como el simulado aquí mejora entre un 80% y un 82% el rango de desempeño térmico de cubiertas monocapa, en comparación con una cubierta en AG monocapa en acero galvanizado (AG) de poco espesor, referente con el peor desempeño térmico (Kabre, 2010). Así mismo, las cubiertas con aislamiento térmico lo hacen entre un 89% y un 92,7% en comparación con la misma tipología de cubierta mencionada.

DISCUSIÓN

Una vez analizados los resultados de esta investigación, se puede afirmar que la prescripción de las propiedades superficiales de un material para implementar la estrategia del enfriamiento radiativo (Levinson et al., 2005) no debe asumirse de manera generalizada, ya que este comportamiento varía según los distintos contextos climáticos.

El estudio evidenció que en Barranquilla las cubiertas de baja emitancia (ϵ) presentan desempeños térmicos óptimos si la absorptancia (α) no es mayor que 0.4 en cubiertas monocapa o que 0.5 si se trata de cubiertas con aislamiento. En un clima frío como el de Bogotá, se presentan mejores desempeños térmicos a baja emitancia (ϵ) en una cubierta monocapa en AG que con incorporación de material aislante. Esto revela que las condiciones climáticas y la emitancia (ϵ) son relevantes a la hora de elegir si se requiere o no aislamiento térmico para la cubierta de un local.

La valoración anterior coincide con las fuentes consultadas. En ellas se plantea que la emitancia (ϵ) y la reflectancia (ya se mencionó que aquí se toma su valor inverso, que es la absorptancia), indicadores que combinados conforman el índice de reflectancia solar o SRI por sus siglas en inglés, podrían ser en su prescripción más adecuados para valorar el comportamiento térmico y el impacto de las superficies horizontales en la transferencia de calor radiativo y convectivo hacia el exterior, como sucede en la valoración de desempeño térmico a escala urbana (ejemplo, efecto isla de calor) que hacia el ambiente interior (Alchapar et al., 2012; Alchapar & Correa, 2013; Alchapar & Correa, 2015; Alchapar et al., 2018; Alchapar & Correa, 2020; Radhi et al., 2017; Santamouris,

Synnefa & Karlessi, 2011; Santamouris, 2014; Yang et al., 2018), pues no parecen considerar aspectos dinámicos debajo de la superficie expuesta a la radiación solar, como la inercia térmica de los materiales aislantes, el coeficiente convectivo del aire bajo la superficie en el ambiente interior ni la temperatura media radiante en el mismo.

Se tuvo, además, coincidencia con otras fuentes (Shi et al., 2019; Alchapar & Correa, 2013; 2015) al considerar que el aumento de la absorptancia (α), producto del envejecimiento y desgaste de la superficie expuesta a la radiación solar, incrementaba la temperatura superficial de la cubierta y, por consiguiente, impactaba en la reducción del potencial de ahorro en la demanda energética. Tal como se pudo observar en esta investigación gracias a la relación directa entre los resultados de las temperaturas superficiales de la cubierta y las evaluaciones de desempeño térmico en su dependencia con los valores de absorptancia (α).

Por último, considerando referentes de evaluaciones de desempeño térmico más contextualizadas con nuestro territorio, se coincide con los resultados de la investigación de TPI propuesto para regiones de clima húmedo tropical (Kabre, 2010), cuya evaluación más desfavorable (0.04%) para el desempeño térmico fue el de una cubierta AG con propiedades superficiales de absorptancia (α) en 0.7, como se aprecia en la Figura 6. para el local evaluado en Barranquilla. Esto confirma una coherencia en el modelo planteado para la evaluación de desempeño térmico propuesto en esta investigación y para la pertinencia de su aplicación en nuestro territorio.

CONCLUSIONES

La caracterización del sistema constructivo para la envolvente arquitectónica condiciona la respuesta térmica de la misma. Contrario a la prescripción de los materiales fríos en los que un material categóricamente frío se formula con la presencia de alta emitancia (ϵ) y baja absorptancia (α) (Levinson et al., 2005), para un régimen climático cálido húmedo como el de Barranquilla la incorporación de una capa de aislamiento térmico en poliestireno extruido (XPS por sus siglas en inglés) de 50mm, invierte la relación entre la emitancia (ϵ) y el desempeño térmico, presentando mejor respuesta a las condiciones climáticas exteriores formulando baja emitancia (ϵ) y baja absorptancia (α).

Los resultados obtenidos permiten afirmar que en un clima cálido y húmedo como el de Barranquilla, el peor desempeño térmico de un local comercial de gran superficie, ventilado

naturalmente, ocurre cuando su cubierta es de poca pendiente, bajo espesor y presenta valores bajos de emitancia (ϵ) (0.3) y alta absorptancia (α) (0.7 en adelante). El incremento en la emitancia (ϵ) a valores superiores a 0.9 cambia drásticamente el desempeño térmico evaluado para un local similar en las mismas condiciones, lo que en apariencia elimina el impacto de la absorptancia (α) al homogeneizar los valores de desempeño a lo largo de todo el rango de valores de la misma, ubicándolo alrededor del 92% para cubiertas con aislamiento térmico y del 80% para cubiertas monocapa.

En un clima frío como el de Bogotá, el análisis para un local con características similares y cubierta monocapa con valores bajos de emitancia (ϵ) (0.3) y alta absorptancia (α) (0.7 en adelante), arrojó un desempeño térmico que oscila entre 36% y 39% a medida que se

incrementa la absorptancia (α). Este desempeño es similar al desempeño admisible por una cubierta a la que se le incorporó un aislamiento térmico de XPS de 50mm con baja emitancia (ϵ) y absorptancia (α) (0.9), lo que revela un impacto más débil de la absorptancia (α) para cubiertas sin aislamiento térmico, así como una fuerte relación directa entre absorptancia (α) y desempeño térmico en cubiertas con aislamiento. Esto indica que en nuestro contexto no es conveniente la incorporación de aislamientos térmicos en cubiertas para edificios ventilados naturalmente, cuando se pueda conservar un valor inicial de absorptancia (α) muy alto.

En el clima templado de Medellín, la evaluación de desempeño térmico para cubiertas con aislamiento térmico en baja emitancia (ϵ) presenta una relación inversa con la absorptancia (α), con muy buenos desempeños térmicos a bajos valores de esta (entre 73% y 98% para absorptancia (α) de 0.1) y en decremento a medida que se incrementa. Se observó un bajo desempeño térmico en los edificios ventilados naturalmente cuando presentan cubiertas monocapa de baja emitancia (ϵ),

oscilando entre el 2% y el 5% a lo largo del rango de absorptancias. Sin embargo, en la condición de alta emitancia (ϵ), su desempeño se nivela con los registrados para las demás ciudades, ubicándose alrededor del 80% para cubiertas monocapa y del 90% para las cubiertas que incorporan aislamiento térmico.

Futuras líneas de investigación podrían enfocarse en la evaluación de los valores de las propiedades superficiales de materiales de uso común en nuestro contexto. Para ello se recomienda el uso de diferentes métodos aprobados por la comunidad científica y simulaciones de espacios cuyas envolventes se puedan caracterizar con los resultados obtenidos, de modo que se pueda medir el impacto que sus propiedades ofrecerían para el confort térmico y la demanda energética. Esto permitiría el levantamiento de información pertinente, relevante y confiable, disponible durante la toma de decisiones en la especificación de materiales, o en la formulación de un manual de especificación de materiales y propiedades superficiales de acuerdo con las características de cada zona climática del país.

CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos al profesor Arq. Mg. Alejandro Naranjo Gaviria por haber nutrido con su conocimiento las suposiciones temáticas exploradas en esta investigación y por

los referentes sugeridos. Además, expresamos nuestro agradecimiento a la Universidad de San Buenaventura, sede Medellín, por permitir el desarrollo de esta investigación.



REFERENCIAS

- Alchapar, N., Correa, E., & Lesino, G. (2012). Estrategias de enfriamiento pasivo urbano: índice de reflectancia solar y relación costo-beneficio en pinturas para fachadas. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 16(10), 67-76. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/68044>
- Alchapar, N., & Correa, E. (2013). Modificación de la reflectancia solar en la envolvente edilicia y su impacto sobre las temperaturas interiores. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 17, 29-38. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/143718>
- Alchapar, N., & Correa, E. (2015). Reflectancia solar de las envolventes opacas de la ciudad y su efecto sobre las temperaturas urbanas. *Informes de La Construcción*, 67(540). <https://doi.org/10.3989/ic.14.131>
- Alchapar, N., Correa, E., & Cantón, A. (2018). ¿Techos reflectivos o verdes? Influencia sobre el microclima en ciudades de zonas áridas. Mendoza, Argentina. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 11(22), 1-23. <https://doi.org/https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu11-22.trvi>
- Alchapar, N., & Correa, E. N. (2020). Optothermal properties of façade coatings. Effects of environmental exposure over solar reflective index. *Journal of Building Engineering*, 32. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101536>
- ANSI/ASHRAE. (2013). *Condiciones de ambiente térmico para ocupación humana*. https://ashrae.iwrapper.com/ASHRAE_PREVIEW_ONLY_STANDARDS/STD_55_2013
- Arumugam, R. S., Garg, V., Ram, V. V., & Bhatia, A. (2015). Optimizing roof insulation for roofs with high albedo coating and radiant barriers in India. *Journal of Building Engineering*, 2, 52-58. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2015.04.004>
- Barrios, G., Huelsz, G., Rojas, J., Ochoa, J., & Marincic, I. (2012). Envelope wall/roof thermal performance parameters for non air-conditioned buildings. *Energy and Buildings*, 50, 120-127. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.03.030>
- Brito Filho, J., & Santos, T. (2014). Thermal analysis of roofs with thermal insulation layer and reflective coatings in subtropical and equatorial climate regions in Brazil. *Energy and Buildings*, 84, 466-474. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.08.042>
- de Dear, R., & Brager, G. (1998). Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. UC Berkeley: Center for the Built Environment. <https://escholarship.org/uc/item/4qq2p9c6>
- de Dear, R., & Brager, G. S. (2002). Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55. *Energy and Buildings*, 34(6), 549-561. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(02\)00005-1](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00005-1)
- Fang, H., Zhao, D., Yuan, J., Aili, A., Yin, X., Yang, R., & Tan, G. (2019). Performance evaluation of a metamaterial-based new cool roof using improved Roof Thermal Transfer Value model. *Applied Energy*, 248, 589-599. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.04.116>
- Hu, J., & Yu, X. (2019). Adaptive thermochromic roof system: assessment of performance under different climates. *Energy and Buildings*, 192, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.02.040>
- Huang, Z., & Ruan, X. (2017). Nanoparticle embedded double-layer coating for daytime radiative cooling. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 104, 89-896. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2016.08.009>
- Kabre, C. (2010). A new thermal performance index for dwelling roofs in the warm humid tropics. *Building and Environment*, 45(3), 727-738. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.08.017>
- Levinson, R., Akbari, H., Konopacki, S., & Bretz, S. (2005). Inclusion of cool roofs in nonresidential Title 24 prescriptive requirements. *Energy Policy*, 33(2), 151-170. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(03\)00206-4](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(03)00206-4)
- López de Lucio, R., & Parrilla Gorbea, E. (1998). Espacio público e implantación comercial en la ciudad de Madrid. Calles comerciales versus grandes superficies. *Cuadernos de Investigación Urbanística*, 0(23). Recuperado de <http://polired.upm.es/index.php/ciur/article/view/237>
- Loudon, A. (1968). Summertime temperatures in buildings without air-conditioning. Building Research Station Current Papers. <https://eric.ed.gov/?id=ED035213>

- Murcia, J., Serna, J., & Zapata, H. (2017). *Atlas de Viento de Colombia*. <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasVientos.html>
- Muscio, A. (2018). The solar reflectance index as a tool to forecast the heat released to the urban environment: potentiality and assessment issues. *Climate*, 6(1). <https://doi.org/10.3390/cli6010012>
- Radhi, H., Sharples, S., Taleb, H., & Fahmy, M. (2017). Will cool roofs improve the thermal performance of our built environment? A study assessing roof systems in Bahrain. *Energy and Buildings*, 135, 324-337. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.11.048>
- Resolución 0549 de 2015. (2015, 10 de julio). Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. <https://www.minvivienda.gov.co/node/48921>
- Roriz, V., Dornelles, K., & Roriz, M. (2007, del 8 al 10 de agosto). *Fatores determinantes da absor-tância solar de superfícies opacas* [conferencia]. IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto No Ambiente Construído. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1622.3445>
- Roriz, V. (2011). *Efeitos de ondulação e rugosidade de superfícies sobre suas absor-tâncias e emitân-cias: modelo teórico e experimental* [Tesis de doctorado]. Universidade Estadual de Campinas. Archivo digital. <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2011.835160>
- Sameera, S., Vidyadharan, V., Sasidharan, S., & Gopchandran, K. G. (2019). Nanostructured zinc aluminates: a promising material for cool roof coating. *Journal of Science: Advanced Materials and Devices*, 4(4), 524-530. <https://doi.org/10.1016/j.jsamd.2019.10.003>
- Santamouris, M., Synnefa, A., & Karlessi, T. (2011). Using advanced cool materials in the urban built environment to mitigate heat islands and improve thermal comfort conditions. *Solar Energy*, 85(12), 3085-3102. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2010.12.023>
- Santamouris, M. (2014). Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Solar Energy*, 103, 682-703. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.07.003>
- Shi, D., Zhuang, C., Lin, C., Zhao, X., Chen, D., Gao, Y., & Levinson, R. (2019). Effects of natural soiling and weathering on cool roof energy savings for dormitory buildings in Chinese cities with hot summers. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 200. <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2019.110016>
- Silva Guerra, H. (2011). Comportamiento de las superficies de retail en Colombia. *Pensamiento & Gestión*, 30, 3-20. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-627620110001000002&Ing=en&tlng=es.
- Synnefa, A., Santamouris, M., & Livada, I. (2006). A study of the thermal performance of reflective coatings for the urban environment. *Solar Energy*, 80(8), 968-981. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2005.08.005>
- Synnefa, A., Santamouris, M., & Akbari, H. (2007a). Estimating the effect of using cool coatings on energy loads and thermal comfort in residential buildings in various climatic conditions. *Energy and Buildings*, 39(11), 1167-1174. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2007.01.004>
- Synnefa, A., Santamouris, M., & Apostolakis, K. (2007b). On the development, optical properties and thermal performance of cool colored coatings for the urban environment. *Solar Energy*, 81(4), 488-497. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2006.08.005>
- Vall, S., & Castell, A. (2017). Radiative cooling as low-grade energy source: a literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 803-820. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.010>
- Vecslir Peri, L. (2005). Nuevas centralidades del ocio y el consumo: ámbitos, modalidades e instrumentos de regulación de las grandes superficies comerciales en la Región Metropolitana de Buenos Aires. *Revista Iberoamericana de Urbanismo*, 5, 31-44. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/12498/05_03_LorenaVecslirPeri.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Yang, J., Mohan Kumar, D., Pyrgou, A., Chong, A., Santamouris, M., Kolokotsa, D., & Lee, S. (2018). Green and cool roofs' urban heat island mitigation potential in tropical climate. *Solar Energy*, 173, 597-609. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.08.006>
- Zhai, Y., Ma, Y., David, S., Zhao, D., Lou, R., Tan, G., Yang, R., & Yin, X. (2017). Scalable-manufactured randomized glass-polymer hybrid metamaterial for daytime radiative cooling. *Science*, 355(6329), 1062-1066. <https://doi.org/10.1126/science.aai7899>

Desempenho da luz natural em edifícios de escritórios brasileiros

Daylight performance in Brazilian office buildings

Recebido: maio 25 / 2020 • Avaliado: setembro 16 / 2020 • Aceito: setembro 30 / 2023

Felipe de Almeida Carpanedo*

Universidade Vila Velha. Vila Velha (Brasil)
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Cidade
Grupo de Pesquisas Arquitetura e Estudos Ambientais

Érica Coelho Pagel**

Universidade Vila Velha. Vila Velha (Brasil)
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Cidade
Grupo de Pesquisas Arquitetura e Estudos Ambientais

Ricardo Nacari Maioli***

Associação Educacional de Vitória. Vitória (Brasil)
Unidade de Arquitetura e Urbanismo
Grupo de Pesquisas Arquitetura e Estudos Ambientais

RESUMO

O desempenho lumínico nos espaços de trabalho está relacionado às transformações das aberturas das fachadas ao longo do tempo. Esta pesquisa objetiva analisar o comportamento da luz natural em modelos de edifícios de escritórios na cidade de Vitória, Espírito Santo, Brasil. A metodologia utilizada são simulações computacionais através do software DIVA em uma sala de trabalho de edifícios representativos de três períodos: de 1950 a 1979, de 1980 a 1999 e de 2000 a 2016. Os resultados sugerem que a tipologia construtiva do período mais antigo apresenta melhor resultado quanto à iluminância útil da luz do dia quando comparado às tipologias mais recentes. Com relação ao ofuscamento, os maiores percentuais de horas simuladas dentro da faixa intolerável são registrados no pavimento mais alto, com menor obstrução do céu. De forma geral, a presença do entorno obstruído impacta mais o desempenho dos edifícios contemporâneos.

Palavras-chave:

edifícios comerciais; fachadas com entorno obstruído; iluminação natural; ofuscamento; simulação computacional.

ABSTRACT

The daylight performance of workspaces is related to the transformation of facade openings over time. This research aimed to analyze the behavior of natural light in models of office buildings in the city of Vitória, Espírito Santo, Brazil. The methodology used was computer simulations through DIVA software in a workspace of buildings representing three periods: from 1950 to 1979, from 1980 to 1999, and from 2000 to 2016. The results suggest that the building typology from the oldest period shows better results in terms of useful daylight illuminance compared to more recent typologies. In terms of glare, the highest percentage of simulated hours in the intolerable range was recorded on the highest floor, with less sky obstruction. In general, the presence of an obstructed environment has a greater impact on the performance of contemporary buildings.

Keywords:

commercial buildings; obstructed building facades; daylighting; glare; computer simulation.

CÓMO CITAR

de Almeida Carpanedo, F., Coelho Pagel, Érica, & Nacari Maioli, R. (2024). Desempenho da luz natural em edifícios de escritórios brasileiros. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(1), 181-200. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.3371>

- ✦ Graduado em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade Multivix. Vitória (Brasil)
Mestre em Arquitetura e Cidade. Universidade Vila Velha. Vila Velha (Brasil)
🔗 <https://scholar.google.es/citations?user=GzTcz8AAAAAJ&hl=pt-BR>
📄 <https://orcid.org/0000-0002-9447-2644>
✉ facarpanedo@gmail.com
- ✦✦ Graduada em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória (Brasil)
Mestra e doutora em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória (Brasil)
🔗 <https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=0-Tc1ZIAAAAJ>
📄 <https://orcid.org/0000-0003-4484-1963>
✉ erica.pagel@uvv.br
- ✦✦✦ Graduado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória (Brasil)
Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória (Brasil)
🔗 <https://scholar.google.com/citations?user=-QludnoAAAAJ&hl=pt-BR>
📄 <https://orcid.org/0000-0002-4002-1688>
✉ ricardo.nacari@faesa.br

INTRODUÇÃO

A luz tem grande influência nos espaços de trabalho e na vida humana, afetando o seu desempenho através do sistema visual, do ritmo circadiano, do humor e da motivação, sendo o seu efeito na visão o impacto mais óbvio (Turan et al., 2020). De acordo com Boubekri et al. (2014), as pessoas que trabalham em escritórios sob maior exposição à luz natural tendem a ser mais ativas e com melhor sono, por isso sugere-se um ambiente com exposição diurna suficiente a fim de promover a saúde e o bem-estar dos trabalhadores.

Entretanto, a tipologia dessas construções passou por uma transformação ao longo dos anos, de edificações de pequeno porte a edifícios maiores, a partir de 1860, possíveis pela introdução de novos materiais e técnicas construtivas na construção civil. As janelas, e consequentemente a presença da luz natural nos ambientes onde elas estão, também acompanharam tal evolução, resultando, a partir dos anos 2000, em uma abertura total da fachada, através das conhecidas “fachadas envidraçadas” (Andrade, 2007).

Edifícios com fachadas de vidro foram largamente difundidos em todo o mundo como símbolo de poder, inspirados no formalismo clean de Mies van der Rohe. Entretanto, essa tipologia implantada no clima tropical pode comprometer o conforto ambiental de seus usuários e a eficiência energética da edificação por não possuir características de adaptação climática e ser altamente dependente de sistemas artificiais (Lamberts et al., 2014). Além disso, com o intuito de amenizar parte dos ganhos energéticos obtidos por essas fachadas envidraçadas, novos elementos translúcidos, em geral representados pelos vidros, foram perdendo propriedades de transmissão luminosa (TL) e ganhando maior capacidade de reflexão e absorção da energia solar incidente. Entre a década de 1960 e 1970, a predominância era do vidro simples incolor (TL em torno de 0,88) que não somente permitia uma alta transmitância luminosa, mas também a passagem de uma alta taxa de radiação solar para dentro do edifício. Posteriormente, nos anos 1980 e início dos anos 1990, a predominância foi do vidro fumê ou bronze e, num período mais recente, passou a predominar os vidros reflexivos, podendo chegar a um TL em torno de 0,12, que absorve mais calor do que o vidro colorido e oferece uma boa refletância da radiação na região do infravermelho, porém com redução da transmitância visível (Li & Tsang, 2008). O tipo de vidro utilizado nas aberturas da envoltória é um fator que influencia no aporte de luz, interferindo também na qualidade da luz e no conforto visual de seus ocupantes (Arsenault et al., 2012; Taleb & Antony, 2020).

Uma vez que a fachada dos edifícios de escritórios e, consequentemente, suas aberturas através dos elementos translúcidos das janelas se alterou ao longo do tempo, tem-se que o desempenho lumínico no interior desses ambientes de trabalho também foi alterado.

A orientação e o tamanho das aberturas da fachada podem influenciar significativamente tanto na qualidade da visual do exterior quanto na própria qualidade lumínica do espaço, por isso as janelas e suas configurações são elementos construtivos de bastante interesse nos estudos de luz natural (Lee et al., 2017; Dias et al., 2018; Pilechiha et al., 2020; Yeom et al., 2020).

Outro fator de importância no desempenho da iluminação natural está diretamente ligado à exposição do edifício a maior parcela visível da abóboda celeste, muitas vezes relacionado à presença ou não de obstrução do entorno (Araújo & Cabús, 2007; Pereira et al., 2008; Dias et al., 2018; Chen et al., 2021).

Entre os métodos de maior potencial para a análise do desempenho da iluminação natural, encontra-se a simulação computacional, adotada por muitos autores na avaliação da luz natural em edifícios de escritório, podendo se citar, no Brasil, os estudos de Farkas & Laranja (2019), Laranja et al. (2016) e Maioli et al. (2014).

Conforme Mangkuto et al. (2016), parte das pesquisas utilizam como métricas de avaliação dinâmica, considerando variações das condições do céu ao longo do ano, como a iluminância natural útil (*useful daylight illuminances* [UDI]) e a autonomia de luz natural (*daylight autonomy* [DA]), baseados em valores de iluminância na altura do plano de trabalho. O conceito de UDI, desenvolvido por Nabil & Mardaljevic (2006), é um valor percentual das horas simuladas nas quais as iluminâncias permanecem dentro do intervalo considerado útil para ser aproveitada como fonte de luz. Essa métrica, juntamente com o DA, que trata da porcentagem de horas anuais em que um nível mínimo de iluminância pode ser mantido apenas pela luz natural, é a mais utilizada e difundida.

As métricas de uniformidade e ofuscamento também são amplamente estudadas quando se analisa o conforto do usuário com relação à iluminação natural (Mangkuto et al., 2016; Eltaweel & Yuehong, 2017; Sun et al., 2020). A falta de níveis adequados de uniformidade e de ofuscamento pode causar desconforto, excesso de consumo energético, entre outros fatores. Conforme Ribeiro & Cabús (2019), a uniformidade também se apresenta como um instrumento de avaliação da qualidade de iluminação nos ambientes e a sua forma

de cálculo é definida pela NBR ISO/CIE 8995 (Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT], 2013). Já para o ofuscamento, segundo Jakubiec & Reinhart (2012), uma das melhores métricas utilizadas é o *daylight glare probability* (DGP), índice que avalia as iluminâncias presentes no plano vertical do campo de visão de um observador para todas as horas do ano.

Posto isso, o presente trabalho tem como objetivo analisar o desempenho da luz natural em uma sala de trabalho, em modelos de edifícios de escritórios representativos de diferentes períodos na cidade de Vitória, Espírito Santo, Brasil. São utilizadas simulações dinâmicas a fim de se avaliarem as métricas de UDI

e DA, a uniformidade e o DGP nas diferentes configurações simuladas.

Esta pesquisa trata-se de um estudo de investigação científica exploratória, resultado parcial de uma dissertação de mestrado, defendida na Universidade Vila Velha, Espírito Santo, Brasil. O estudo faz parte do projeto de pesquisa intitulado “Qualidade e sustentabilidade do ambiente construído”, do Grupo de Pesquisas Arquitetura e Estudos Ambientais, Gestão e Desempenho da Qualidade do Ambiente Construído”, que visa investigar o desempenho, a qualidade e a salubridade dos espaços construídos, bem como a produção do edifício e de áreas urbanas mais sustentáveis.

METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho foi dividida em duas partes: 1) construção dos modelos dos edifícios e 2) métricas utilizadas para a avaliação da luz natural.

Construção dos modelos

O trabalho visou avaliar alguns parâmetros relativos ao conforto visual —iluminância, uniformidade e ofuscamento— num modelo de sala de trabalho, típico de edifícios de escritórios brasileiros. Para tal, foram utilizadas como base na construção dos modelos as características levantadas pela investigação de Maioli et al. (2016) acerca das transformações das fachadas em edifícios de escritórios em diferentes períodos construtivos na cidade de Vitória. Essa cidade, capital do Espírito Santo, localiza-se no sudeste da costa do Brasil (LAT 20° 19' 10" S LONG 40° 20' 16" W), caracterizando-se por um clima tropical litorâneo com temperaturas médias entre 18° C e 26° C, sendo mais elevadas no período do verão, e umidades relativas superiores a 50%. É a quarta cidade mais populosa do estado, com 327.801 habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2010), e tem experimentado um intenso processo de crescimento econômico e urbano nos últimos anos.

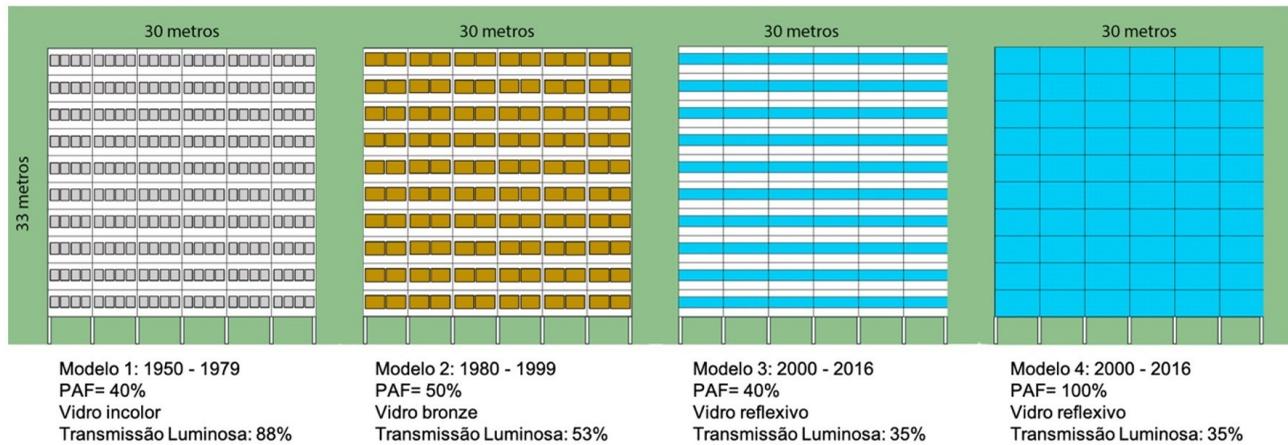
As características construtivas das edificações na cidade, levantadas por Maioli et al. (2016), foram feitas através de um mapeamento dos principais bairros que concentram os edifícios de escritórios de múltiplos pavimentos na região. Foram identificados, nesta pesquisa, 80

edifícios com esse uso datados de 1950 até o final do levantamento em 2016. Por fim, os edifícios apresentados foram separados em três períodos, cujas características construtivas — número de pavimentos, forma, materiais da envoltória, tipologia de aberturas e outras — se assemelhavam.

O presente trabalho optou para a análise do comportamento da luz natural, a elaboração de quatro modelos de edificações de escritórios, com foco nas características construtivas dos elementos translúcidos que compõem as janelas. Essas características foram definidas pelo percentual de abertura da fachada (PAF) e o índice de transmissão à luz visível do vidro, representativos de cada período levantado pela então bibliografia.

O primeiro modelo (modelo 1) representa o período de 1950 a 1979, caracterizado por um PAF de 40% e utilização de vidro incolor, para o qual se adotou um índice de transmissão de 88%. O segundo período (modelo 2), de 1980 a 1999, é caracterizado por um PAF de 50% e utilização de vidro bronze, adotando-se um índice de transmissão de 53%. Por fim, tem-se os dois últimos modelos referentes ao período de 2000 a 2016, cuja característica principal é o uso do vidro reflexivo, para os quais se adotou um índice de transmissão de 35% (Figura 1). A decisão de se investigar dois modelos referentes a um mesmo período é devido a um equilíbrio entre essas duas soluções construtivas de janelas utilizadas entre 2000 e 2016, sendo que o modelo 3 e o modelo 4 representam o uso de um PAF de 40% e 100%, respectivamente.

Figura 1. Modelos de edifícios representativos dos períodos analisados

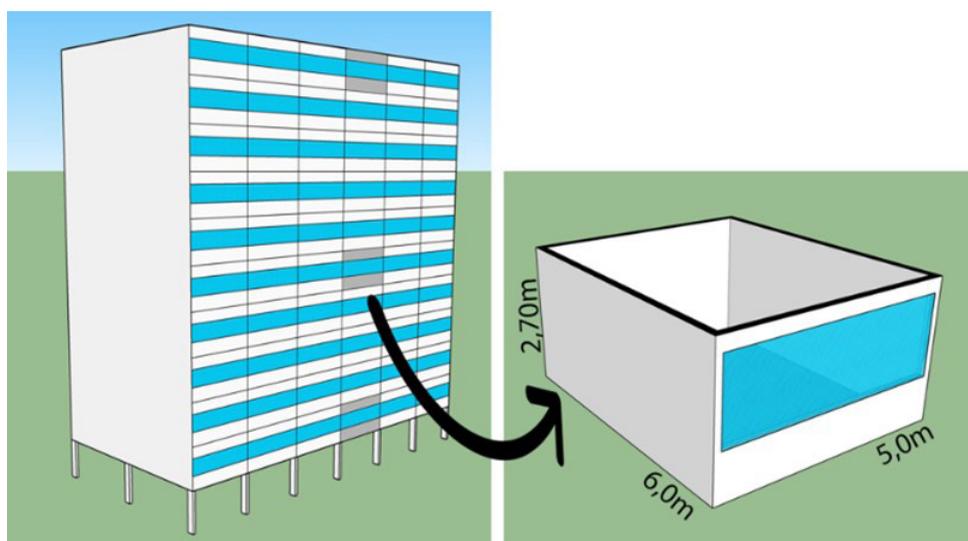


Fonte: elaboração própria (2023).

Com o intuito de explorar mais dados sobre o mesmo objeto de estudo, as características do pavimento-tipo e da sala são as mesmas encontradas em outras pesquisas (Maioli et al., 2014; Mapelli et al., 2018). O edifício modelo possui 10 pavimentos-tipo sobre pilotis e a sala com dimensões de 5,0 x 6,0 x 2,7 m

(Figura 2). As simulações ocorreram considerando quatro orientações diferentes da fachada principal (Norte, Sul, Leste, Oeste). As refletâncias das superfícies internas do teto, das paredes e do piso foram definidas com 70%, 50% e 20%, respectivamente (Brembilla & Mardaljevic, 2019).

Figura 2. Edifício modelo 3 com destaque para a sala de estudo no 5º pavimento

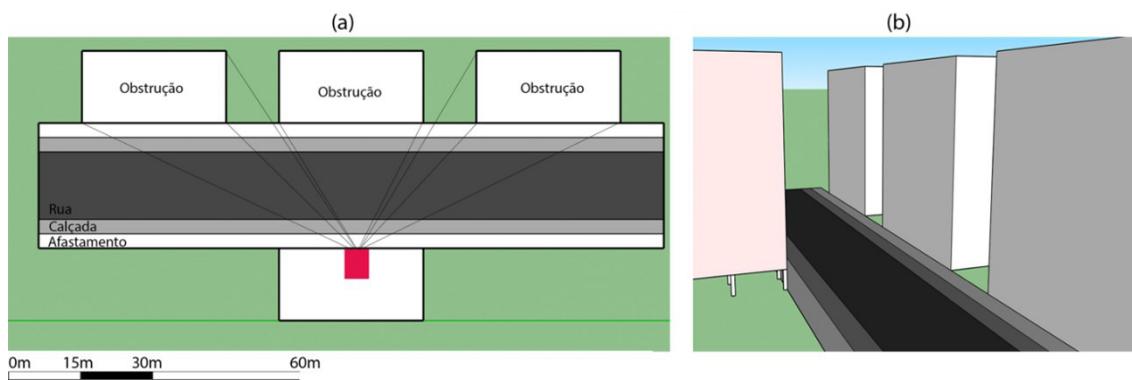


Fonte: elaboração própria (2023).

Dada a importância da caracterização de contexto urbano ou entorno da edificação na disponibilidade de luz natural admitida pela abertura (Petersen et al., 2014; Chen et al., 2021), para se obter uma avaliação mais

abrangente, foi analisada a influência de um entorno obstruído na admissão da luz nos edifícios simulados (Figura 3). A refletância do entorno foi configurada com valor de 40% e a do piso exterior, com 20% (Laranja et al., 2016).

Figura 3. (a) Implantação do modelo estudado com entorno obstruído, (b) Volumetria do modelo estudado com obstruções do entorno



Fonte: elaboração própria (2023).

O afastamento lateral entre as edificações e a largura da rua são configurações possíveis de serem encontradas na região, de acordo com a legislação local (Prefeitura Municipal de Vitória, 2018). A fim de avaliar o impacto do entorno, foi definida a localização das salas em três diferentes níveis com relação ao térreo: 1º, 5º e 10º pavimentos-tipo.

O edifício foi modelado no software Google Sketchup, importado para o software Rhinoceros, e a simulação da luz natural foi realizada utilizando o plug-in DIVA-for-Rhino, como em Bardhan & Debnath (2016). Essa ferramenta de simulação utiliza o método dinâmico de simulação de luz do dia do software Daysim, baseado no Radiance e validado por Reinhart & Walkenhorst (2001).

Foi configurada no software uma malha de pontos com distância de 0,5 m entre si, numa altura de 0,75 m em relação ao piso e com uma faixa marginal de 0,5 m das paredes (ABNT, 2013), resultando em um montante de 99 pontos. Para as simulações dinâmicas da luz, o período empregado foi correspondente a um ano inteiro, utilizando o arquivo climático de Vitória, formato EPW (Laboratório de Eficiência Energética em Edificações [LabEEE], 2019), no qual foi avaliado o horário comercial de 8h a 12h e de 14h a 18h, referente a uma jornada de 8h diárias de trabalho, com intervalo no horário de almoço.

Métricas utilizadas para a avaliação da luz natural

Por muitos anos, o critério mais utilizado para uma boa iluminação em escritórios foi a iluminação média num plano horizontal na altura da tarefa (Boyce, 2014). Entretanto, o conforto visual num ambiente de trabalho não é proporcionado apenas por essa única característica da iluminação (Dias et al., 2018). Posto isso, para uma avaliação mais abrangente do comportamento e, conseqüentemente, da qualidade da iluminação natural dentro do ambiente modelado, foram utilizados como métricas, além dos níveis de iluminação, a uniformidade e o ofuscamento.

No total, considerando variação de modelos, orientações da fachada principal, altura dos pavimentos e presença ou não do entorno obstruído, neste trabalho, foram realizadas 192 simulações dinâmicas, para a extração dos resultados, além de simulações estáticas para a análise de uniformidade e de ofuscamento.

Avaliação dos níveis de iluminância

Como método de avaliação dos níveis de iluminância internos, foram utilizados dois conceitos: a UDI e a DA.

A métrica UDI, proposta por de Nabil & Mardaljevic (2006) e amplamente utilizada em pesquisas na área de iluminação e eficiência energética (Maioli et al., 2014; Bardhan & Debnath, 2016; Mangkuto et al., 2016; Mapelli et al., 2018; Sun et al. 2018; Ribeiro & Cabús, 2019), a qual determina, em percentual de horas ao longo de um ano ou um período simulado, se a iluminância que atinge o plano de trabalho é considerada útil — definida pelo intervalo entre 100 e 2000 lux; insuficiente — abaixo de 100 lux; e excessiva — quando acima de 2000 lux. Uma vantagem desse método, que o distingue do DA, é que ele estipula um limite máximo para níveis de iluminância, pois podem acarretar desconfortos visuais, devido ao brilho excessivo de superfícies, e ganhos térmicos indesejáveis.

Algumas pesquisas, como Maioli et al. (2014) e Mapelli et al. (2018), também se utilizam de uma subdivisão na faixa de iluminância útil, a fim de avaliar o percentual de horas em que existe iluminância suficiente para a execução da tarefa, entre 500 e 2000 lux, ou que poderia ser necessária uma complementação à luz natural com iluminação artificial, quando os níveis de iluminância estiverem entre 100 e 500 lux.

O DA é utilizado para avaliar as previsões de iluminância em análises baseadas no clima. Trata-se da porcentagem de horas do ano em que os níveis de iluminância no plano de trabalho alcançam um valor previamente estipulado, apenas através da iluminação natural

(Nabil & Mardaljevic, 2006). Esse fator pode variar bastante em função das condições climáticas, da localização e do horário de ocupação do ambiente analisado, por exemplo. Para esta pesquisa, o nível de iluminância mínimo foi estipulado em 500 lux, visto que é o valor definido pela NBR ISO/CIE 8995 (ABNT, 2013) para atividades propostas em um ambiente de escritórios, como ler, escrever, teclar e processar dados.

Avaliação da uniformidade

De acordo com a NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013), utilizada para nortear projetos de iluminação artificial em ambientes de trabalho, a uniformidade é calculada pela razão entre a iluminância mínima e a média do ambiente, sendo que o recomendado para ambientes de trabalho com layout flexível é que esse valor não seja inferior a 0,6, mas é considerada aceitável entre 0,5 e 0,6. Entretanto, essa métrica pode ser aplicada também para a avaliação da qualidade da iluminação natural (Mangkuto et al., 2016; Ribeiro & Cabús, 2019). Dessa forma, a uniformidade foi calculada avaliando os valores de iluminância de todos os pontos simulados na sala modelada, dispostos em uma malha horizontal, na altura do plano de trabalho, também a altura de 75 cm do nível do piso.

Uma vez que essa característica também deve ser alterada gradualmente e a área da tarefa deve ser iluminada da forma mais uniforme possível (ABNT, 2013), quando se trata de um ambiente iluminado naturalmente por uma abertura lateral, esse objetivo se torna mais complicado, visto que esse tipo de solução construtiva favorece uma distribuição desigual da luz dentro do ambiente (Mapelli et al., 2018). Contudo, os índices de uniformidade previstos na referida norma foram citados apenas como parâmetro de comparação com os valores obtidos nos modelos.

Para a avaliação dessa métrica, foram analisados os quatro modelos de edifício, em diferentes orientações (Norte, Sul, Leste e Oeste) e em três dias do ano (equinócio de outono e solstícios de verão e de inverno), através de simulação estática nos horários 8h, 10h, 14h e 16h. Tais horários foram escolhidos para possibilitar a análise do desempenho da luz natural

no período de funcionamento desses espaços comerciais. Para a simulação, foi configurado o céu claro (Commission Internationale de L'Eclairage — Comissão Internacional de Iluminação [CIE] 12), visto que é o que apresenta as maiores variações na uniformidade de um ambiente. Para uma análise média representativa da uniformidade nos modelos propostos, foram analisados apenas os dados das simulações do 5º pavimento. Os dados extraídos foram inseridos em planilhas eletrônicas, nas quais foram identificados os valores médios e mínimos para o cálculo do índice de uniformidade.

Avaliação do ofuscamento

Nesse método de avaliação de desconforto visual, desenvolvido por Wienold & Christoffersen (2006), são avaliadas as iluminâncias presentes no plano vertical do campo de visão de um observador para todas as horas do ano, através do índice DGP, que é dividido em quatro intervalos de valores. Esse índice é considerado intolerável quando apresenta valores acima de 0,45; perturbador entre 0,4 e 0,45; perceptível entre 0,4 e 0,35 e imperceptível abaixo deste último valor. Essa métrica foi analisada através de simulações dinâmicas, buscando identificar os percentuais de horas anuais em que era observado algum desconforto na comparação entre os modelos, conforme observado em Leal & Leder (2018).

Na investigação do desempenho da luz natural, especificamente nessa métrica, foram analisadas algumas simulações estáticas, a fim de compreender melhor as diferenças entre os resultados obtidos nas simulações dinâmicas. Para isso, foram analisados os horários e as orientações que registraram os maiores índices de desconforto. Dessa forma, foi possível fazer uma comparação entre os modelos, através das imagens de “olho de peixe” referentes a um ponto de visualização da janela a partir do centro do ambiente simulado, a fim de identificar a diferença de desempenho entre eles (Jakubiec & Reinhart, 2012). Os resultados das simulações dinâmicas e estáticas visam compreender a influência do ofuscamento quantitativa e qualitativamente, respectivamente, no ambiente estudado.

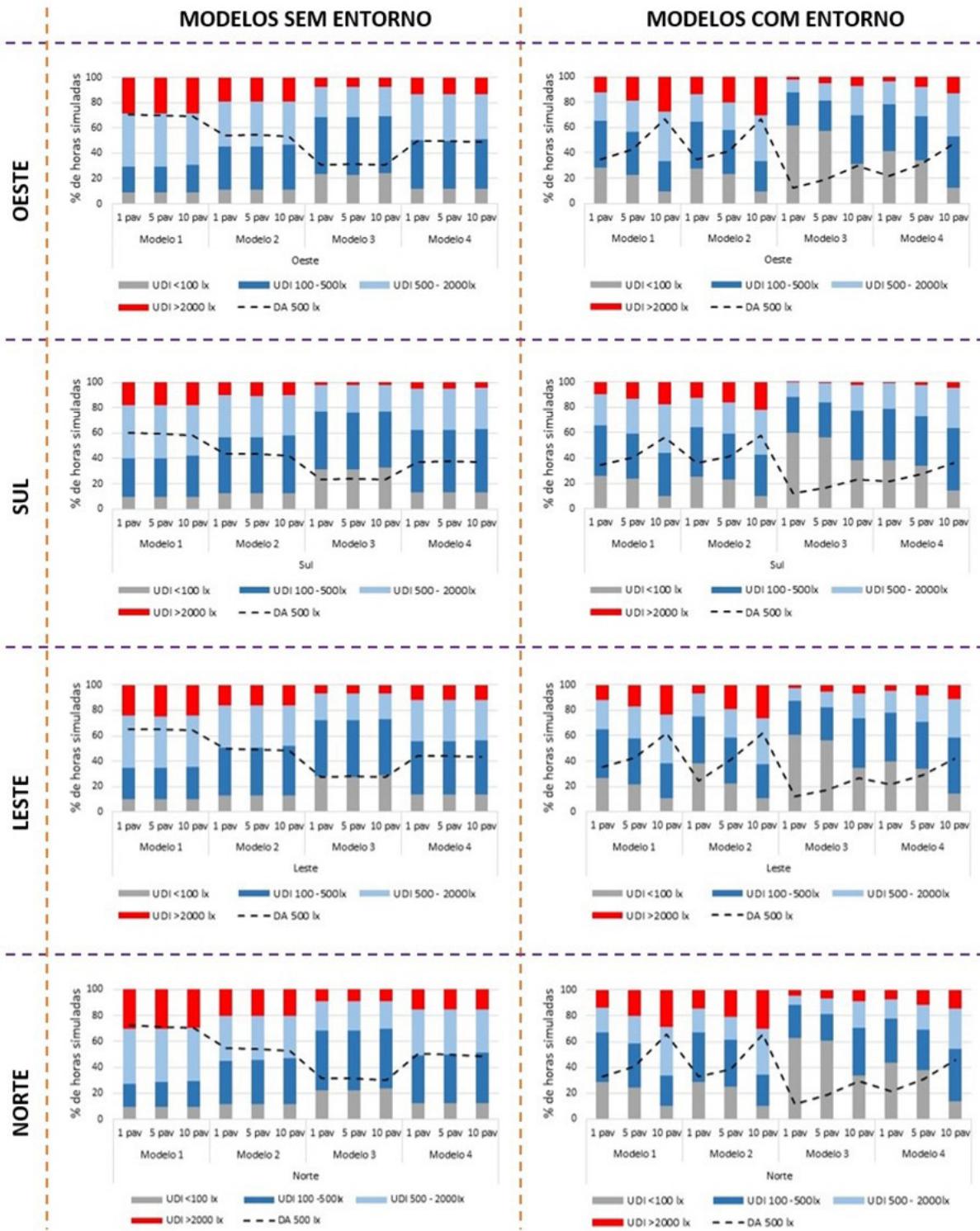
RESULTADOS

Os resultados extraídos dos dados das simulações foram separados de acordo com as métricas analisadas: níveis de iluminância, uniformidade e ofuscamento.

Níveis de iluminância

Na Figura 4, é possível analisar os percentuais de horas simulados dentro dos intervalos da UDI para cada modelo, orientação e pavimento analisado, considerando a presença ou não de obstrução do entorno, para todos os dias do ano.

Figura 4. Resultados de UDI e DA para os quatro modelos estudados, com e sem a presença do entorno, separados por orientação da fachada principal



Fonte: elaboração própria (2023).

Também foram inseridos nos gráficos os dados referentes ao DA, a fim de facilitar a comparação entre os modelos. É possível observar, por exemplo, que há uma relação entre DA e UDI quando são analisados os dados de iluminâncias excessivas e insuficientes. Quanto maiores os percentuais de iluminâncias abaixo de 100 lux e maiores os valores de DA.

Ao se compararem os dados referentes a diferentes alturas de pavimentos em um mesmo

modelo sem o entorno obstruído, é possível observar que a diferença entre os resultados é pequena. Quando analisados os percentuais referentes ao DA, percebe-se que a diferença média entre o 1º e o 10º pavimento foi inferior a 2,4%. Ou seja, quanto mais alto o pavimento, menores eram os valores registrados acima de 500 lux. Esses dados reforçam a ideia de que, mesmo com uma refletância de apenas 20%, o solo externo contribui para aumentar os níveis de iluminância registrados na altura do plano de trabalho, conforme exemplificado por Araújo & Cabús (2007); esse aporte de luz é

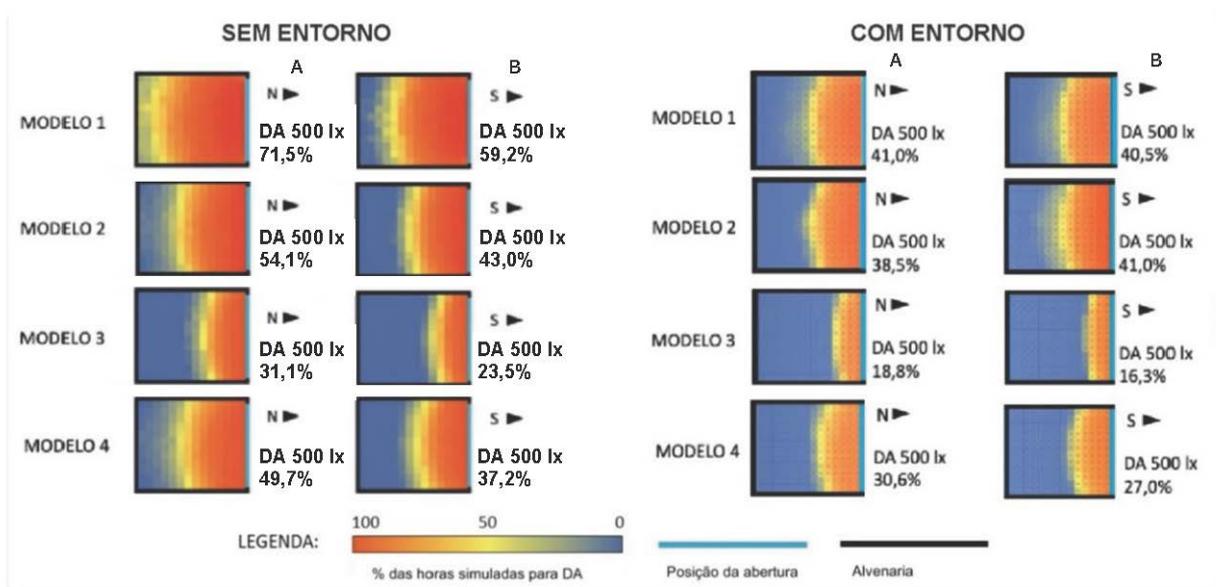
maior nos pavimentos mais próximos do solo. Nesse caso, o modelo menos influenciado pela altura do pavimento foi o modelo 3, representativo do período de 2000 a 2016 com PAF de 40%, que apresentou uma redução de apenas 1,9% dos valores de DA no 10º pavimento, se comparados aos resultados do 1º pavimento.

Todavia, quando simulados os modelos com a presença dos edifícios no entorno, os resultados indicam uma redução média de 49% nos valores de DA quando comparados os dados do 10º com os do 1º pavimento. Os resultados se invertem, com os maiores valores nos pavimentos mais altos, com menor obstrução da parcela visível do céu. O modelo 1, representativo do período de 1950 a 1979, registrou uma redução de 45,2% dos valores de DA, enquanto os modelos 2 e

4 registraram redução de 49% no pavimento mais próximo do nível da rua. O modelo mais influenciado pela presença do entorno nessa métrica foi o modelo 3, que apresentou redução de 55,6% dos valores de DA no 1º pavimento se comparados ao pavimento mais alto.

Para uma visualização mais clara da influência do entorno, estão exemplificados na Figura 5 os percentuais de horas registradas no ano com iluminâncias acima de 500 lux para as simulações com fachadas orientadas para Norte e Sul referentes ao 5º pavimento. Esse andar foi escolhido na análise por representar um nível intermediário entre os pavimentos da tipologia simulada e, assim, seus valores podem se aproximar da média geral, caso fossem avaliados os resultados de todos os pavimentos.

Figura 5. Planta baixa esquemática da sala de trabalho simulada com ocorrência anual de DA > 500 lux nas orientações (a) Norte e (b) Sul referente ao 5º pavimento de cada modelo

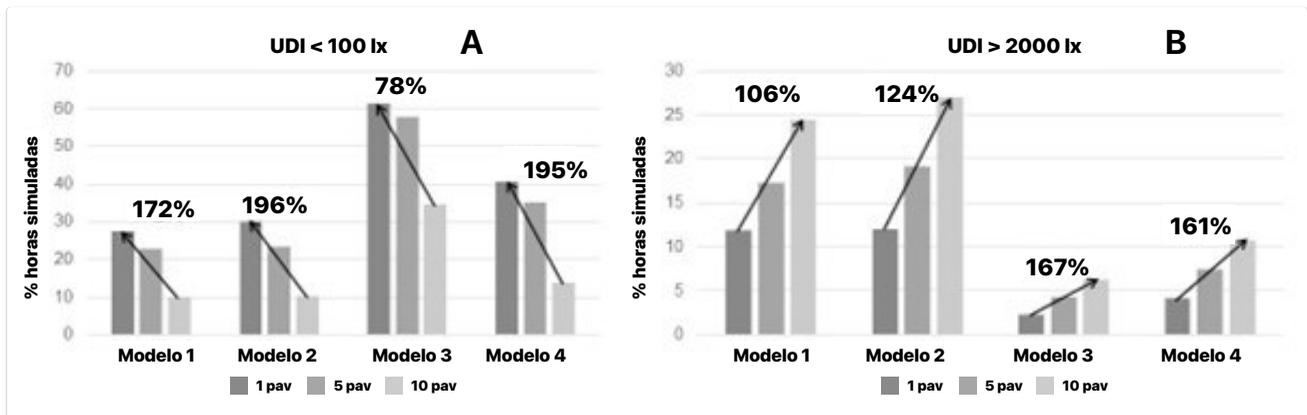


Fonte: elaboração própria (2023).

O modelo 1, representativo do período de 1950 a 1979, orientado para Norte, alcançou a maior quantidade de ocorrências de iluminâncias acima de 500 lux, com 71,5% das horas simuladas. Entretanto, quando simulada a mesma orientação com a presença do entorno, essa métrica decai para 41% das horas simuladas. Essa é a combinação de modelo e orientação que foi mais influenciada nos níveis de iluminância interna de seus espaços de trabalho pelo processo de verticalização urbana. Já no modelo 2, representativo de período de 1980 a 2000, orientado para Sul, foi registrado um decréscimo de apenas 2% de DA quando comparados os modelos com e sem entorno.

Destaca-se também o aumento considerável dos horários com iluminâncias abaixo de 100 lux nos pavimentos mais baixos simulados nos modelos com obstrução do entorno. A diferença média observada foi 17% superior, se comparada aos valores de UDI < 100 lux do 5º pavimento, e um aumento de 160% de horários registrados com iluminâncias insuficientes quando comparados os dados do 1º com os do 10º pavimento. O modelo que registrou os maiores valores absolutos nessa faixa de iluminâncias insuficientes, em todos os pavimentos e orientações simulados, foi o modelo 3, representativo do período de 2000 a 2016, com PAF de 40%. Entretanto, essa tipologia arquitetônica foi a que apresentou a menor diferença entre os resultados dos pavimentos (Figura 6).

Figura 6. Comparativo entre os resultados de iluminâncias (a) insuficientes e (b) excessivas nos diferentes pavimentos para os quatro modelos estudados com entorno obstruído



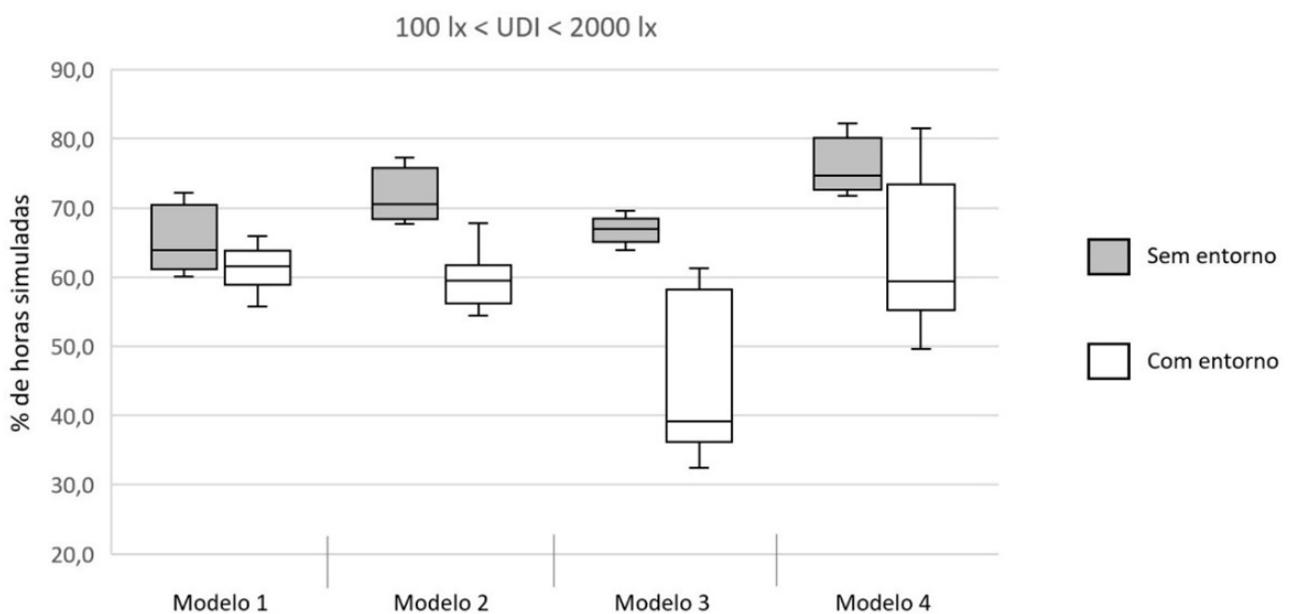
Fonte: elaboração própria (2023).

Outra característica observada nessa comparação entre pavimentos, nos modelos com entorno obstruído, conforme observado em outras pesquisas (Maioli et al., 2014), é que há um aumento das iluminâncias consideradas excessivas dentro dos ambientes simulados com o aumento do nível do pavimento analisado. Entretanto, nessa investigação, foi possível mensurar seu impacto nessa métrica, através das simulações propostas. Novamente, o modelo 3 foi o que sofreu maior influência, pois apresentou um aumento de 167% dos horários com iluminâncias acima de 2000 lux ao se comparar os dados do 1º pavimento com os do

10º. Entretanto, foi o que apresentou menores valores absolutos desse intervalo de UDI.

Os modelos com a obstrução configurada nas simulações apresentaram uma média de 18,1% a menos de horas dentro do intervalo de iluminação útil. Como observado na Figura 7, comparando-se todos os modelos, o edifício que mais foi impactado com a presença do entorno foi o modelo 4 (com PAF de 100%), que apresentou redução de 33,6%, enquanto no modelo 1 (predominantemente no período de 1950 a 1979), observa-se uma diminuição de apenas 4,8% de horas simuladas dentro do intervalo de iluminação útil.

Figura 7. Comparação entre a iluminação útil nos quatro modelos considerando a presença ou não do entorno obstruído



Fonte: elaboração própria (2023).

Na faixa de iluminâncias registradas entre 100 e 500 lux, o modelo 3 apresenta os maiores percentuais na maioria das variações simuladas. A principal exceção, que alcançou os maiores resultados absolutos entre todos os modelos e

as orientações nesse intervalo de iluminâncias, é o modelo 4, com fachada orientada para o Sul, que registrou iluminâncias entre 100 e 500 lux em mais de 49% das horas simuladas nas três alturas de pavimentos analisados.

Outro fato importante é a análise da faixa de iluminância útil que não necessita de iluminação complementar, ou seja, entre 500 e 2000 lux. A tipologia construtiva que apresentou os maiores percentuais de horas simuladas nesse intervalo foi a do modelo 1, em todas as situações simuladas, seja na comparação entre orientações, seja nas tipologias ou altura do pavimento. Na situação oposta, a tipologia referente ao modelo 3 apresentou o pior resultado em todas as variações supracitadas, para esse intervalo de iluminância útil.

Análise da uniformidade

Na análise dos índices de uniformidade, foi possível observar que os valores indicados pela NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) não foram alcançados em nenhuma das situações simuladas, independentemente da orientação, do horário do dia ou do período do ano.

Na análise dos dados, pelo método proposto baseado na referida norma técnica (ABNT, 2013), quando separados por orientações, alguns resultados já esperados foram notados. Na fachada Sul, por exemplo, são observados os maiores índices médios entre as orientações, apresentando percentuais inferiores aos demais apenas no período do verão, cuja trajetória solar na cidade de Vitória se encontra presente na região visível da abóboda celeste a partir dessa fachada. Esse fato é intensificado apenas nos horários simulados em que o Sol está com os menores ângulos de altura solar e num ângulo mais perpendicular à fachada, se comparado aos demais.

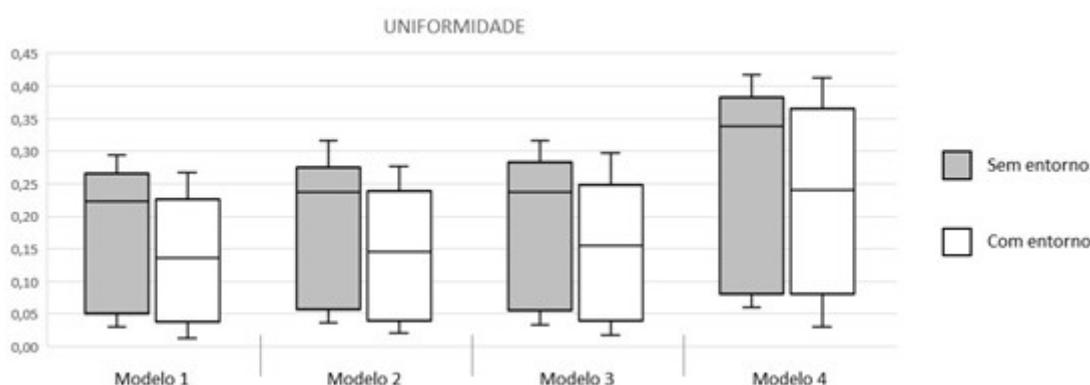
Por motivos similares, a fachada Norte apresentou os maiores valores de uniformi-

dade quando a trajetória do Sol não estava presente na parcela visível do céu a partir da referida fachada, ou seja, no solstício de verão; nesse período, foram observados os maiores valores médios de uniformidade. Assim como já era esperado que as fachadas Leste e Oeste apresentassem maiores valores de uniformidade nos horários em que não há a incidência de radiação solar direta, referentes ao período da tarde e da manhã, respectivamente. Conclusões similares foram indicadas por Maioli et al. (2014), quando os modelos estavam configurados sem elementos de proteção ou redirecionamento de luz nas fachadas.

Quando observados os resultados do conjunto de simulações realizadas, no qual foram contabilizados os dados dos horários, dos meses, das orientações e dos pavimentos simulados com e sem a presença do entorno, é possível constatar que o entorno impactou negativamente no desempenho médio geral dos modelos, com uma redução global de 19,4% nos índices de uniformidade.

Considerando todos os horários simulados, nas simulações das fachadas orientadas para Sul, a média dos índices de uniformidade passou de 0,256 para 0,208, quando configurada a presença do entorno obstruído. Na fachada Norte, o valor médio reduziu de 0,153 para 0,108, enquanto nas orientações Leste e Oeste, a simulação com o entorno diminuiu a média das uniformidades de 0,183 e 0,182 para 0,156 e 0,156, respectivamente. Proporcionalmente, o modelo 4 de edifício, representativo do período de 2000 a 2016 com PAF 100%, foi o menos impactado com relação à uniformidade (Figura 8).

Figura 8. Comparação dos níveis de uniformidade entre os modelos representativos



Fonte: elaboração própria (2023).

O modelo 4 obteve os melhores resultados com relação a essa métrica. Um dos fatores que pode ter contribuído para o desempenho superior desse modelo é a altura da abertura, lembrando que esse é o único modelo em que a abertura está alinhada com o teto e

representa toda a largura e a altura daquela vedação vertical. De acordo com Baker et al. (2010), quanto mais altas as janelas, maior o alcance da luz em profundidade no ambiente, contribuindo para uma melhor distribuição da luz.

Os três primeiros modelos alcançaram resultados muito próximos, pois suas janelas possuem dimensões e posições similares, apesar do formato distinto e com a diferença entre os índices de transmissão dos vidros. De todos, o modelo 1, equipado com vidro incolor de índice de transmissão luminosa de 88%, revelou os piores valores médios, seguido do modelo com vidro bronze, representado pelo índice de transmissão luminosa de 53%.

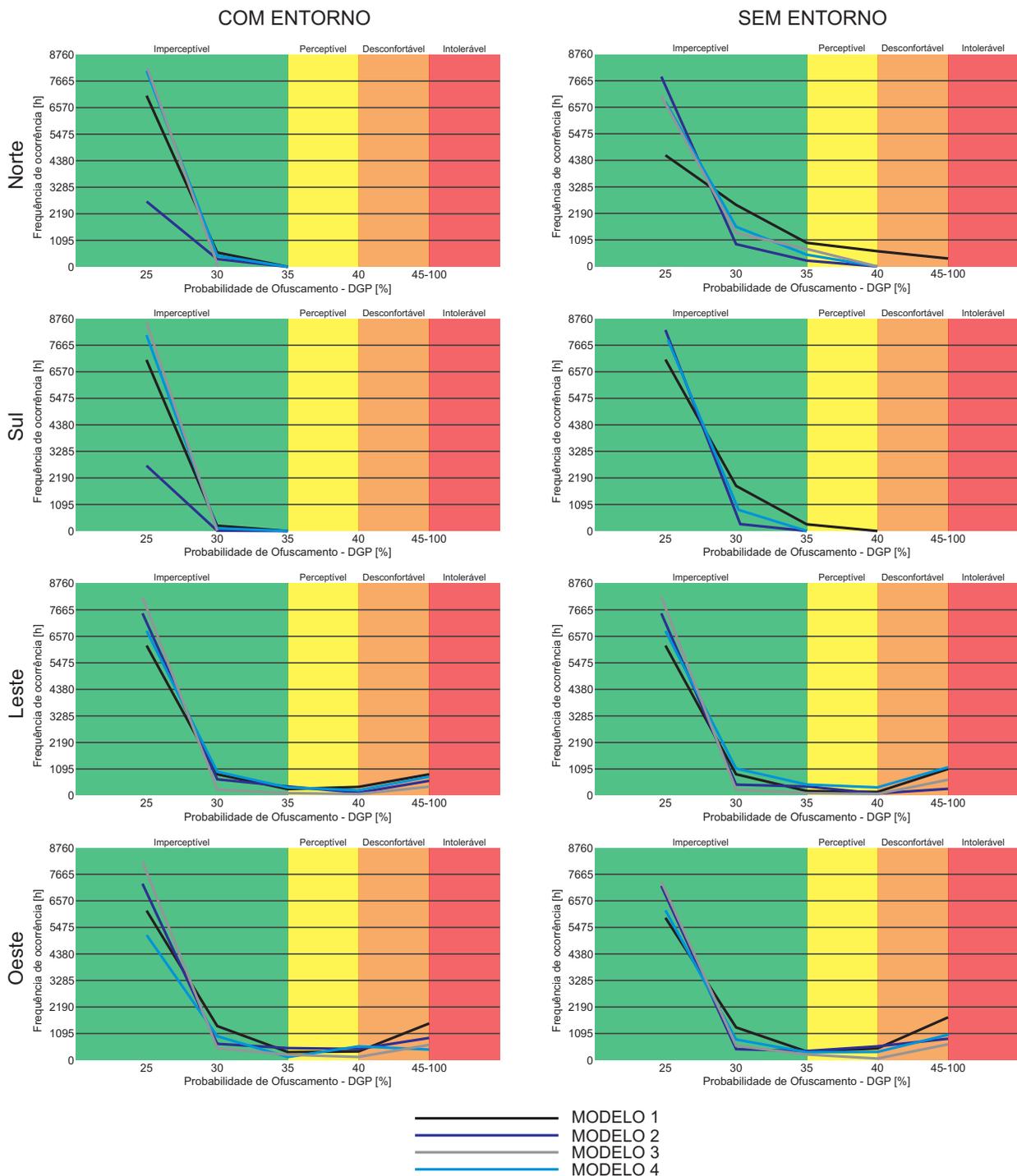
Análise do ofuscamento

Analisando os resultados das simulações dinâmicas relativas a essa métrica, é possível perceber que, de modo geral, a presença do entorno reduziu as ocorrências de desconforto visual em 63%, o que ocorreu principalmente nas fachadas

Leste e Oeste das situações simuladas, conforme observado na Figura 9. Observação similar, relatando que o aumento da obstrução do entorno reduz a probabilidade de ofuscamento, também é encontrada em Leal & Leder (2018).

Entretanto, no conjunto das simulações analisadas, a maioria das horas simuladas foi identificada com níveis de DGP superiores a 0,35, ou seja, que não se encontram na faixa dos imperceptíveis, em 1,9% e 5,1% das horas simuladas com e sem entorno, respectivamente. Cabe aqui ressaltar que foram contabilizadas todas as 8.760 horas de um ano, ou seja, estão incluídos nesses percentuais os horários em que não há luz natural disponível para provocar ofuscamento, por isso as situações de ofuscamento imperceptível se tornam mais comuns.

Figura 9. Gráficos das simulações dos quatro modelos com e sem o entorno, separados por orientação, com apresentação dos índices DGP para o total de horas simuladas



Fonte: elaboração própria (2023).

A tipologia simulada que se destacou negativamente com os maiores valores de DGP foi o modelo 1, que tem como características o vidro incolor e o PAF de 40%. Essa tipologia apresentou os maiores índices de ofuscamento entre todos os modelos em todas as orientações simuladas e nas duas situações, com e sem entorno.

Esse fato se torna facilmente perceptível nas simulações em que os outros modelos quase não apresentaram desconforto por brilho excessivo no campo de visão do observador, como é o caso da orientação Norte sem entorno. Essa fachada é a que recebe a maior carga de radiação ao longo do ano no Hemisfério Sul, por causa da trajetória solar mais presente nessa porção do céu. Nesse caso, foram computados 0,3% e 8,4% de horas simuladas em que foram observados índices DGP superiores a 0,35, referentes aos modelos com e sem entorno, respectivamente, enquanto nas demais tipologias as situações de ofuscamento foram quase nulas.

A tipologia simulada que apresentou o segundo pior desempenho geral com relação ao ofuscamento foi o modelo 4, cujo vidro foi simulado com transmissão luminosa de 35%, porém com PAF de 100%. Essa tipologia também obteve valores expressivos nas situações com orientação Leste e Oeste, principalmente nas simulações sem entorno. Esse modelo obteve os maiores percentuais de horas simuladas com ofuscamento intolerável quando simulados para Leste, com 1,3% e 5,4%, com e sem a presença do entorno, respectivamente.

Outro fato que merece destaque é a influência do entorno no modelo 2, que foi mais significativa que na tipologia representada pelo modelo 3. Nas orientações Leste e Oeste simuladas sem entorno, o modelo 2 apresentava mais horas totais com algum tipo de ofuscamento, em comparação com o modelo 3. Entretanto,

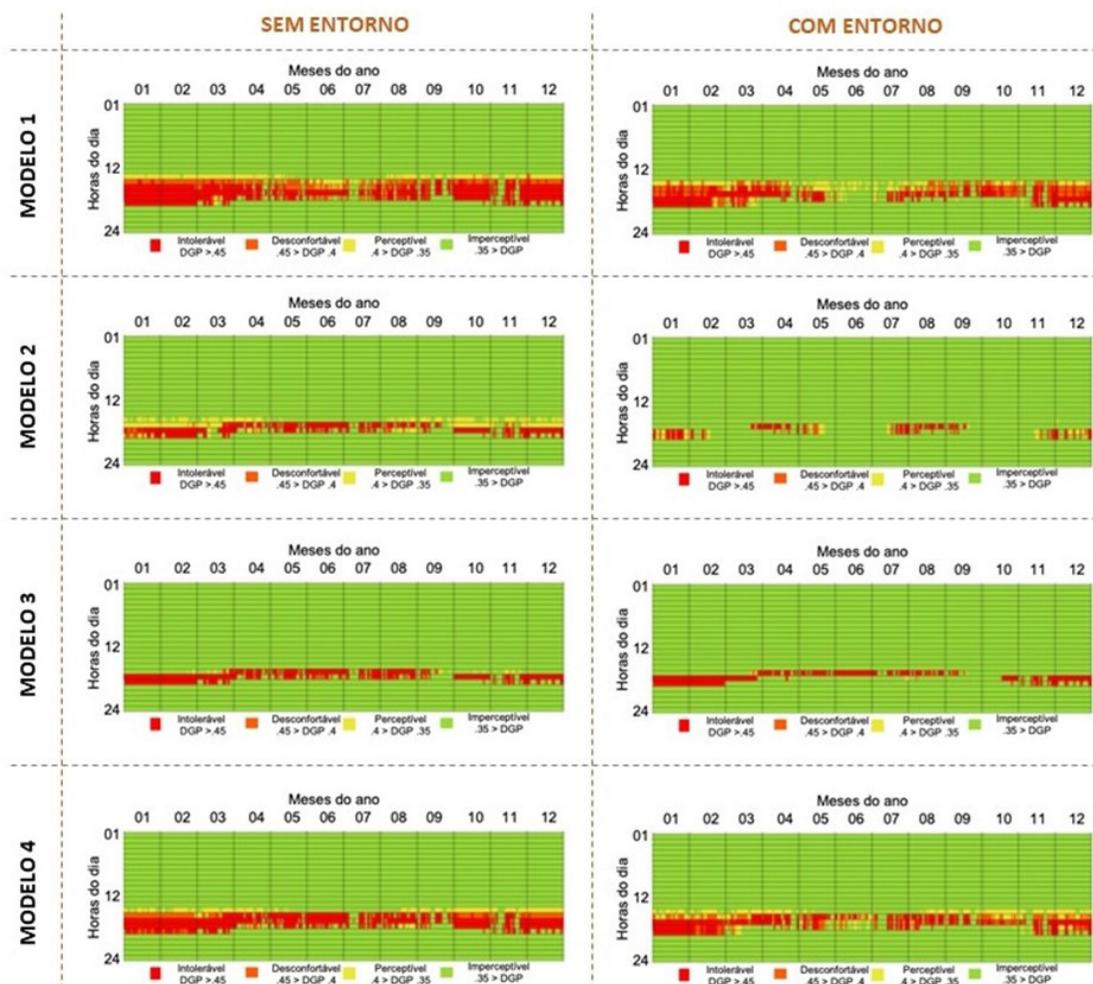
quando simulada com o entorno, a situação se inverteu, ou seja, a presença do entorno teve um impacto mais positivo na avaliação dessa métrica para o modelo 2 nessas orientações, com uma redução média de 87% de registros de DGP acima de 0,35. Nas demais orientações, as duas tipologias não apresentaram horas com registro desse desconforto visual. Entretanto, no cômputo de todas as variações de simulação, o modelo 3 apresentou menos ocorrências de ofuscamento entre todas as tipologias analisadas.

Na orientação Oeste com a presença do entorno, o modelo 1 apresentou resultados similares ao modelo 4, mas ainda destoando dos demais modelos. Quando analisada a fachada Oeste e sem a presença do entorno, a diferença entre o modelo 1 e os demais se torna mais acentuada.

É nessa orientação inclusive que é observada a situação mais crítica de todas as simulações, com 11,2% das horas com ofuscamento intolerável e com 18% de algum tipo de ofuscamento. Desconsiderando os horários em que não há a presença da luz natural, pode-se dizer que esse modelo tenha apresentado ofuscamento em mais de 1/3 das horas de trabalho, com o período da tarde apresentando ofuscamento intolerável em muitos dias ao longo do ano, conforme observado na Figura 10. Essa situação contribui para corroborar o pior desempenho das situações simuladas na análise da métrica proposta.

É possível perceber que a presença do entorno proporcionou a redução da ocorrência de ofuscamento em alguns horários ou até meses do ano, como, por exemplo, no modelo 2, em que esse desconforto se torna imperceptível entre meados de fevereiro e março, além de todos os meses de junho a outubro. Isso se deve ao fato de a presença do entorno obstruir parte da visualização da abóboda celeste que pode abrigar uma parcela da trajetória do Sol, principal responsável pelo ofuscamento.

Figura 10. Simulação de DGP com comparativo entre os modelos 1, 2, 3 e 4 com e sem a presença de entorno, orientados para Oeste



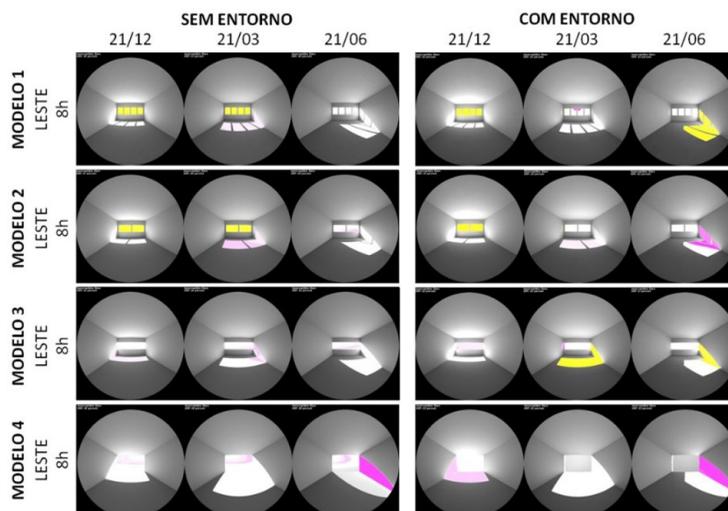
Fonte: elaboração própria (2023).

Uma análise mais aproximada se faz necessária para facilitar a compreensão das ocasiões, através da visualização e da identificação dos períodos e dos horários com maior ocorrência de ofuscamento. Nas simulações dinâmicas de DGP para Leste e Oeste, orientação com maiores índices de desconforto, identificou-se a maior ocorrência de ofuscamento nos quatro modelos no período da manhã e da tarde, respectivamente. Dessa forma, foram escolhidos os horários das 8h e das 16h, nos solstícios e nos equinócios, nos quais se analisou

também qualitativamente o desconforto visual por simulações estáticas nesses horários em que o Sol está numa altura que favoreça a penetração pelas aberturas e, assim, possibilitar a comparação entre os modelos.

No caso das simulações configuradas para as 8h, percebe-se que houve uma maior interferência do entorno no dia 21 de junho, sendo que, nos outros períodos simulados, essa interferência não se apresentou muito significativa (Figura 11).

Figura 11. Imagens renderizadas dos modelos, orientados para Leste, simulados no período das 8h dos dias 21/12, 21/3 e 21/6, no 5º pavimento, com e sem a presença de entorno

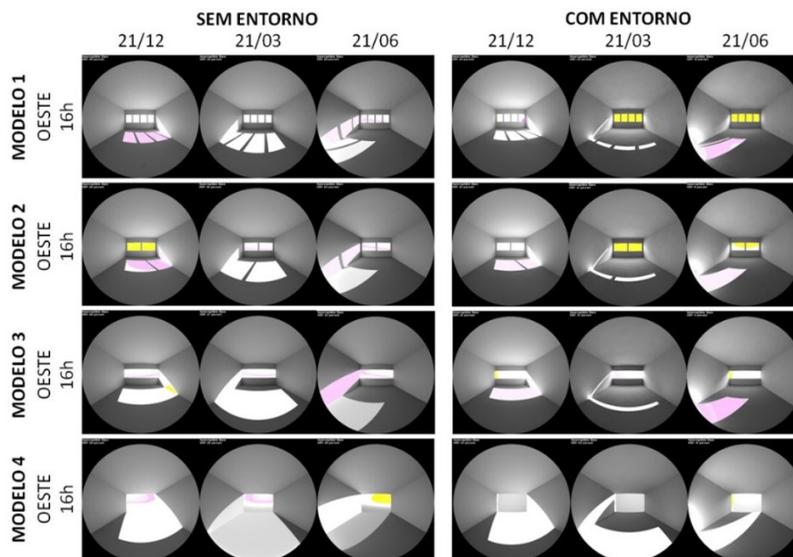


Fonte: elaboração própria (2023).

No caso das fachadas orientadas para Oeste, já se espera a ocorrência desse desconforto visual no período da tarde, quando a radiação solar direta penetra pela abertura, gerando manchas iluminadas no interior do ambiente. Esse fenômeno resulta num brilho excessivo dessas superfícies, cujos níveis de iluminância são muito superiores aos registrados

no entorno, o que acarreta um aumento dos contrastes registrados no campo visual do observador e, conseqüentemente, reduz a uniformidade. A análise qualitativa através das renderizações obtidas pelas simulações estáticas possibilitam identificar o registro dessas ocorrências na comparação entre os modelos simulados na orientação oeste (Figura 12).

Figura 12. Imagens renderizadas dos modelos, orientados para Oeste, simulados no horário das 16h dos dias 21/12, 21/3 e 21/6, no 5º pavimento, com e sem a presença de entorno



Fonte: elaboração própria (2023).

Os horários simulados favoreceram a visualização das áreas ensolaradas sobre o piso na comparação entre os modelos simulados nas duas orientações, assim como a obstrução de parte dessas manchas causadas pelos edifícios vizinhos. A identificação das manchas ensolaradas se torna uma tarefa de fácil percepção,

como observado nas imagens geradas dos modelos simulados nas orientações Leste e Oeste, auxiliando na compreensão dos resultados obtidos nas simulações dinâmicas, que apresentavam redução significativa de ofuscamento nos dias próximos aos equinócios e aos solstícios.

DISCUSSÕES

De forma geral, o modelo de edifício menos influenciado pelo entorno com relação à iluminância excessiva foi o referente ao período mais antigo, de 1950 a 1979. Na média das quatro tipologias construtivas estudadas, os resultados de UDI excessiva (> 2000 lux) do 10º pavimento superaram os do 1º pavimento em 139,6%, quando modelado com a presença de edificações vizinhas. Essa obstrução também provocou uma diminuição da disponibilidade de luz nos pavimentos mais baixos, aumentando o registro de horas com iluminância insuficiente (< 100 lux).

Ao se comparar um mesmo modelo sem a presença de edificações vizinhas com seu similar com entorno obstruído, percebe-se um decaimento nos níveis de iluminância útil. Outra observação é que os edifícios configurados com

vidro de menor transmitância à luz visível, representado pelos modelos do período mais recente, foram os mais influenciados pelo entorno, apresentando também as maiores variações percentuais entre os resultados de uma mesma tipologia. Ou seja, em centros urbanos cada vez mais adensados, essas tipologias podem reduzir de forma significativa o aproveitamento da luz natural.

A tipologia referente ao modelo representativo do período mais antigo — caracterizado por um PAF de 40% e índice de transmissão luminosa do vidro de 88%, alcançou melhor desempenho que os modelos referentes aos períodos mais recentes com relação à iluminância útil. Ou seja, as tipologias adotadas atualmente pela indústria da construção civil não melhoraram o desempenho nesse quesito analisado.

Quanto à uniformidade ao longo da sala, a presença do entorno também impactou de forma significativa os resultados para todos os modelos estudados, apresentando reduções mais abruptas dos valores de DA. Outra característica observada é que a uniformidade se revelou inversamente proporcional à transmitância do vidro.

Nos modelos simulados, as ocasiões mais recorrentes de ofuscamento se concentram nas fachadas Leste e Oeste, como esperado, em virtude dos menores ângulos de altura

solar para a localidade estudada, corroborando a indicação amplamente difundida na literatura sobre a preferência pelas orientações Norte e Sul de aberturas para edificações desse uso. No mesmo sentido, as simulações orientadas para o Sul, região da abóboda celeste com a menor presença de horas com trajetória solar na latitude simulada, não registraram situações de ofuscamento. Cabe destacar que a presença do entorno proporcionou redução das horas registradas com o desconforto visual nas simulações.

CONCLUSÕES

Ao analisar as diferentes tipologias propostas na pesquisa, não foi possível identificar apenas uma que tenha desempenho superior em todas as métricas analisadas. Entretanto, o trabalho pode contribuir para as investigações das tipologias mais adequadas para cada situação, de acordo com a orientação e com a presença do entorno, o que reforça a ideia de se utilizar a simulação computacional como ferramenta de análise e aperfeiçoamento de soluções de projeto. Cabe ressaltar que os dados apresentados são referentes às características e variáveis simuladas e às métricas avaliadas em cada modelo, e que qualquer modificação de um desses itens pode alterar os resultados encontrados.

Os modelos representativos do período mais recente, de 2000 a 2016, obtiveram maiores percentuais de horas simuladas com iluminâncias insuficientes, ou seja, essas tipologias são marcadas por uma maior dependência de sistemas de iluminação artificial, o que pode contribuir para uma redução na eficiência energética da edificação. Esse fato se intensifica com a presença do entorno obstruindo parte da visualização da abóboda celeste. Além disso, foram os modelos que apresentaram os menores registros de iluminâncias excessivas, que podem provocar ofuscamento nos usuários das salas. Contudo, a luz em excesso pode ser amenizada com uma cortina controlada pelo usuário da sala, por exemplo, enquanto a luz insuficiente será resolvida com o acionamento de sistema artificial de iluminação, consumindo energia.

A tipologia construtiva representativa do período mais remoto, ou seja entre 1950 e 1979, o modelo 1, foi a que apresentou o melhor desempenho médio quando analisada a faixa de iluminâncias que não necessita de iluminação complementar, entre 500 e 2000 lux, e o modelo 3 obteve os piores resultados médios na avaliação desse intervalo de UDI. Dessa forma, entende-se que o mercado local está produzindo atualmente edifícios com desempenho inferior, com relação à UDI, do que era praticado na construção há algumas décadas.

Como os modelos simulados só apresentam aberturas nas fachadas, favorecendo uma distribuição desuniforme da luz, os maiores percentuais de uniformidade foram encontrados nos momentos em que a trajetória do Sol não estava presente na parcela visível do céu, como já esperado. Quando simulada a presença do entorno, observou-se uma redução de até 22% da uniformidade nos modelos propostos. A transmitância do vidro também parece desempenhar forte influência na uniformidade da luz para essas tipologias de edifícios, visto que o modelo configurado com percentual de abertura menor e vidro transparente alcançou o pior desempenho nessa métrica.

De acordo com os dados obtidos, as situações de ofuscamento se mostraram reduzidas na presença do entorno simulado, com a redução de até 96,6% de sua ocorrência, variando com o modelo e a orientação analisados. As simulações orientadas para a fachada Sul não apresentaram esse tipo de desconforto em nenhum dos modelos. Todavia, o entorno simulado reduziu as ocorrências de ofuscamento principalmente nas orientações Oeste e Leste, sendo esta última a mais impactada pela presença de edificações vizinhas, com redução média, entre todos os modelos, de 66,9% dos registros com índices de DGP acima de 0,35.

De um modo geral, com a presença do entorno os modelos com aberturas menores e menos transparentes à luz obtiveram melhores resultados na métrica de ofuscamento, sendo que o modelo 3 alcançou os menores índices de desconforto sem entorno obstruído. O resultado mostra que a transmissividade do vidro obteve maior relevância que o tamanho da abertura para esse desconforto visual.

O conjunto de resultados observados nesta investigação indica que os modelos representativos das tipologias mais utilizadas na atualidade estão, em geral, obtendo resultados inferiores, em algumas métricas e situações, se comparadas às tipologias de períodos anteriores. Desse modo, destaca-se a importância das simulações

para a avaliação do desempenho das edificações no aproveitamento da luz natural em condições de entorno obstruído. É preciso repensar as tipologias construtivas de edifícios verticais nos

centros urbanos adensados a fim de reduzir a diferença entre os pavimentos nos registros de iluminância útil, contribuindo para a redução do consumo energético com iluminação artificial.

CONTRIBUIÇÕES E AGRADECIMENTOS

Este artigo é resultado de pesquisas realizadas na Universidade Vila Velha pelo Grupo de Pesquisas Arquitetura e Estudos Ambientais, no âmbito da linha de pesquisa “gestão e desempenho da qualidade do ambiente construído”.

Os autores deste trabalho fizeram as contribuições a seguir. Felipe Almeida Carpanedo: investigação, software, visualização, redação

do rascunho original; Érica Coelho Pagel: concepção do estudo, delineamento experimental, curadoria dos dados, administração do projeto, recursos, supervisão, redação, revisão e edição; Ricardo Nacari Maioli: análise dos dados, metodologia, validação, visualização, redação, revisão e edição. Os autores declaram não ter conflitos de interesse relevantes com relação à pesquisa apresentada.



REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2013). NBR ISO 8995-1 — *Iluminação de ambientes de trabalho*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- Andrade, C. M. (2007). *A história do ambiente de trabalho em edifícios de escritórios: um século de transformações*. C4.
- Araújo, I. Á. L. de & Cabús, R. C. (2007, 8-10 ago.). Influência da luz natural refletida pelo entorno na iluminação de edifícios em cânions urbanos no trópico úmido. *Proceedings ENCAC 2007 — IX Encontro Nacional e V Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído*, (1), 86-95. Ouro Preto.
- Arsenault, H., Hébert, M. & Dubois, M. C. (2012). Effects of glazing colour type on perception of daylight quality, arousal, and switch-on patterns of electric light in office rooms. *Building and Environment*, 56, 223-231. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.02.032>
- Baker, N. V., Fanchiotti, A. & Steemers, K. (2010). *Daylighting in Architecture: A European reference book*. <https://doi.org/10.4324/9781315067223>
- Bardhan, R. & Debnath, R. (2016). Towards daylight inclusive bye-law: Daylight as an energy saving route for affordable housing in India. *Energy for Sustainable Development*, 34, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2016.06.005>
- Boubekri, M., Cheung, I. N., Reid, K. J., Wang, C.-H. & Zee, P. C. (2014). Impact of windows and daylight exposure on overall health and sleep quality of office workers. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 10(6), 603-611. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5664/jcsm.3780>
- Boyce, P. R. (2014). *Human Factors in Lighting* (3 ed.). Taylor & Francis Group.
- Brembilla, E. & Mardaljevic, J. (2019). Climate-based daylight modelling for compliance verification: Benchmarking multiple state-of-the-art methods. *Building and Environment*, 158(maio), 151-164. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.04.051>
- Chen, W., Li, D. H. W., Li, S. & Lou, S. (2021). Predicting diffuse solar irradiance on obstructed building façades under irregular skyline patterns for various ISO/CIE standard skies. *Journal of Building Engineering*, 40, 102370. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102370>
- Dias, A. R. D., Carvalho, J. P. V., Hazboun, V. D. & Pedrini, A. (2018). Influência de métricas dinâmicas na avaliação do aproveitamento da luz natural em clima tropical. *Ambiente Construído*, 18(3), 29-47. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212018000300266>
- Eltaweel, A. & Yuehong, S. (2017). Using integrated parametric control to achieve better daylighting uniformity in an office room: A multi-step comparison study. *Energy and Buildings*, 152, 137-148. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.07.033>
- Farkas, A. B. & Laranja, A. C. (2019). Análise da influência do pé-direito na disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno. *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*, 25(37), 189. <https://doi.org/10.5752/p.2316-1752.2018v25n37p189>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). *Senso 2010*. www.ibge.gov.br
- Jakubiec, J. A. & Reinhart, C. F. (2012). The “adaptive zone”: A concept for assessing discomfort glare throughout daylight spaces. *Lighting Research and Technology*, 44(2), 149-170. <https://doi.org/10.1177/1477153511420097>
- Lamberts, R., Dutra, L. & Pereira, F. O. R. (2014). *Eficiência energética na arquitetura* (3 ed.). Eletrobras/Procel.
- Laranja, A. C., Ferreira, N. S. & Alvarez, C. E. de. (2016). Análise das relações entre a geometria urbana e orientação das aberturas na disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno. *Labor & Engenho*, 10(1), 31-45.
- Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. (2019). *Seção downloads*. *Arquivos climáticos em formato EPW*. <http://www.labee.ufsc.br/downloads>

- Leal, L. de Q. & Leder, S. M. (2018). Iluminação natural e ofuscamento: estudo de caso em edifícios residenciais multipavimentos. *Ambiente Construído*, 18(4), 97-117. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212018000400296>
- Lee, K. S., Han, K. J. & Lee, J. W. (2017). The impact of shading type and azimuth orientation on the daylighting in a classroom-focusing on effectiveness of façade shading, comparing the results of DA and UDI. *Energies*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/en10050635>
- Li, D. H. W. & Tsang, E. K. W. (2008). An analysis of daylighting performance for office buildings in Hong Kong. *Building and Environment*, 43(9), 1446-1458. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2007.07.002>
- Mangkuto, R. A., Rohmah, M. & Asri, A. D. (2016). Design optimisation for window size, orientation, and wall reflectance with regard to various daylight metrics and lighting energy demand: A case study of buildings in the tropics. *Applied Energy*, 164, 211-219. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.11.046>
- Maioli, R. N., Barros, M. C. de S. L. S. B., Barros, J. D. P. de, Igor, I. F. F. M., Coninck, I. M. & Pagel, É. C. (2016, 21-23 set.). A transformação da fachada na tipologia construtiva de edifícios comerciais verticais em Vitória-ES e sua relação com o conforto ambiental. Em *XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: desafios e perspectivas da internacionalização da construção* (pp. 1220-1232). https://www.researchgate.net/publication/341525202_A_TRANSFORMACAO_DA_FACHADA_NA_TIPOLOGIA_CONSTRUTIVA_DE_EDIFICIOS_COMERCIAIS_VERTICAIS_EM_VITORIA-ES_E_SUA_RELACAO_COM_O_CONFORTO_AMBIENTAL
- Maioli, R. N., Taufner, M. D. & Alvarez, C. E. de. (2014). A influência das prateleiras de luz no aproveitamento da luz natural sob obstrução externa. *Revista de Arquitetura*, 16, 105-113. <https://doi.org/10.14718/revarq.2014.16.12>
- Mapelli, Y. R., Laranja, A., Coelho & Alvarez, C. E. de. (2018). Avaliação de desempenho entre as tipologias de aberturas zenital e lateral no quesito iluminação natural de ambientes internos. *Cadernos Proarq*, 31, 83-99. <http://lpp.ufes.br/sites/lpp.ufes.br/files/field/anexo/cadernos-proarq31.pdf>
- Nabil, A. & Mardaljevic, J. (2006). Useful daylight illuminances: A replacement for daylight factors. *Energy and Buildings*, 38(7), 905-913. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.03.013>
- Pereira, R. C., Pereira, F. O. R. & Claro, A. (2008). Caracterização da contribuição do entorno na avaliação da iluminação natural em edificações. *Ambiente Construído*, 8(4), 103-116.
- Petersen, S., Momme, A. J. & Hviid, C. A. (2014). A simple tool to evaluate the effect of the urban canyon on daylight level and energy demand in the early stages of building design. *Solar Energy*, 108, 61-68. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2014.06.026>
- Pilechiha, P., Mahdavejad, M., Pour Rahimian, F., Carnemolla, P. & Seyedzadeh, S. (2020). Multi-objective optimisation framework for designing office windows: Quality of view, daylight and energy efficiency. *Applied Energy*, 261, 114356. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114356>
- Prefeitura Municipal de Vitória. (2018). *Plano Diretor Urbano do Município de Vitória*. <https://www.vitoria.es.gov.br/prefeitura/plano-diretor-urbano>
- Reinhart, C. F. & Walkenhorst, O. (2001). Validation of dynamic RADIANCE-based daylight simulations for a test office with external blinds. *Energy and Buildings*, 33(7), 683-697. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(01\)00058-5](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(01)00058-5)
- Ribeiro, P. V. S. & Cabús, R. C. (2019). Análise da influência da malha de pontos em índices de avaliação de desempenho da luz natural. *Ambiente Construído*, 19(4), 317-333. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212019000400358>
- Sun, Yanyi, Liang, R., Wu, Y., Wilson, R. & Rutherford, P. (2018). Glazing systems with Parallel Slats Transparent Insulation Material (PS-TIM): Evaluation of building energy and daylight performance. *Energy and Buildings*, 159, 213-227. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.10.026>
- Sun, Yue, Liu, X., Qu, W., Cao, G. & Zou, N. (2020). Analysis of daylight glare and optimal lighting design for comfortable office lighting. *Optik*, 206, 164291. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2020.164291>

- Taleb, H. M. & Antony, A. G. (2020). Assessing different glazing to achieve better lighting performance of office buildings in the United Arab Emirates (UAE). *Journal of Building Engineering*, 28, 101034. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.101034>
- Turan, I., Chegut, A., Fink, D. & Reinhart, C. (2020). The value of daylight in office spaces. *Building and Environment*, 168, 106503. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106503>
- Wienold, J. & Christoffersen, J. (2006). Evaluation methods and development of new glare prediction model for daylight environments with the use of CCD cameras and RADIANCE. *Energy and Buildings*, 38(743-757). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.03.017>
- Yeom, S., Kim, H., Hong, T. & Lee, M. (2020). Determining the optimal window size of office buildings considering the workers' task performance and the building's energy consumption. *Building and Environment*, 177, 106872. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106872>

Hacia el edificio de camas: análisis de la evolución de los *hostels* urbanos de Barcelona

Towards the bed building: analysis of the evolution of urban hostels in Barcelona

Recibido: junio 25 / 2020 • Evaluado: septiembre 9 / 2020 • Aceptado: octubre 22 / 2023

María De-Miguel-Pastor*
Universitat Politècnica de València. Valencia (España)
Departamento de Proyectos Arquitectónicos
Grupo de investigación Proyecto Arquitectura (PAR)

Carla Sentieri-Omarreñentería**
Universitat Politècnica de València. Valencia (España)
Departamento de Proyectos Arquitectónicos
Grupo de investigación Proyecto Arquitectura (PAR)

RESUMEN

En el transcurso de las últimas décadas ha existido un crecimiento significativo de *hostels* turísticos en las ciudades principales del país, fenómeno que repercute a distintos niveles en las zonas en las que se instalan. El objetivo de la presente investigación es explorar y documentar el proceso de consolidación del *hostel* en el ámbito urbano, tanto cuantitativa como cualitativamente, a partir del análisis de una muestra de cien *hostels* vigentes en 2019 y localizados en el municipio de Barcelona. El artículo examina su evolución en el tiempo atendiendo a cuatro atributos: el número de establecimientos y de las plazas ofertadas, la localización, la variación de la capacidad de cada *hostel* y la forma de implantación en el estrato construido. Del estudio se extrae que en las últimas décadas el *hostel* ha pasado de ser inexistente en la ciudad a disponer de edificios específicos, lo que permite confirmar su introducción como una forma de alojamiento nueva en la ciudad, así como determinar posibles criterios de crecimiento futuro que permitan reflexionar sobre sus efectos y la necesidad de responder a la nueva situación.

Palabras clave:

albergue juvenil; ciudad; planificación urbana; refugio; turismo.

ABSTRACT

In the course of the last decades there has been a significant growth of tourist hostels in the main cities of the country, a phenomenon that has repercussions at different levels in the areas where they are installed. The aim of this research is to explore and document the process of hostel consolidation in the urban environment, both quantitatively and qualitatively, based on the analysis of a sample of one hundred hostels in force in 2019 and located in the municipality of Barcelona. The article examines their evolution over time based on four attributes: the number of establishments and places offered, the location, the variation in the capacity of each hostel and the way it is settled in the built-up stratum. The study shows that in recent decades the hostel has gone from being non-existent in the city to having specific buildings, which allows us to confirm its introduction as a new form of accommodation in the city, as well as to determine possible criteria for future growth that will allow us to reflect on its effects and the need to respond to the new situation.

Keywords:

city; shelter; tourism; urban areas; urban planning youth hostel.

CÓMO CITAR

De-Miguel-Pastor, M., & Sentieri-Omarrementería, C. (2024). Hacia el edificio de camas: análisis de la evolución de los hostels urbanos de Barcelona. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(1), 201-218. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.3430>

- ✦ Arquitecta, Universitat Politècnica de València, Valencia (España)
Máster en Teoría y Práctica del Proyecto de Arquitectura, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona (España)
Ph.D. en Arquitectura, Escuela de Doctorado de la Universitat Politècnica de València (España)
◆ https://scholar.google.es/citations?hl=es&view_op=&user=b10DWgQAAAAJ
<https://publons.com/researcher/2014376/ maria-de-miguel-pastor/>
● <https://orcid.org/0000-0003-1970-502X>
✉ mdemiguelpastor@gmail.com
- ✦✦ Arquitecta, Profesora Titular, Universitat Politècnica de València, Valencia (España)
Especialidad Urbanismo, Università IUAV di Venezia, Venezia (Italia)
Ph.D. en Arquitectura, Escuela de Doctorado de la Universitat Politècnica de València (España)
◆ https://scholar.google.es/citations?hl=es&view_op
● <https://orcid.org/0000-0002-1156-5053>
✉ carsenom@pra.upv.es

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años se ha producido un incremento significativo en el número de albergues turísticos en los núcleos urbanos, referidos internacionalmente como *hostels*. El *hostel* contemporáneo proviene de los tradicionales *youth hostels* o albergues juveniles que surgieron a principios del siglo XX con el objetivo de proporcionar refugio a jóvenes con pocos recursos económicos durante sus excursiones en el campo (Nagy, 2016; Richards, 2016). Si bien se trata de un tipo de alojamiento temporal tradicionalmente vinculado con un entorno rural, en las últimas décadas ha aumentado su demanda y ha pasado a formar parte del paisaje urbano (De-Miguel-Pastor & Sentieri-Omarrementería, 2022).

En relación con su programa, la particularidad del *hostel* respecto a otros tipos de alojamiento temporal en la ciudad es el dormitorio colectivo, diseñado para viajeros individuales, lo que implica que el espacio personal queda relegado a un mueble —la cama—, en lugar de una habitación o un conjunto de ellas (Oliveira-Brochado & Gameiro, 2013; Timothy & Teye, 2009; Veríssimo & Costa, 2018a).

Hasta la fecha, gran parte de las investigaciones relacionadas con los *hostels* se han centrado en definir su usuario, denominado en el ámbito internacional como *backpacker* o clásico *mochilero* (Barry, 2020; Nash et al., 2006; O'Regan, 2010; Wilson & Richards, 2008), y en la diversificación de su perfil debido a la globalización y otros factores como los avances tecnológicos y los cambios en el transporte con la llegada de las aerolíneas de bajo coste (Gelbman, 2021; O'Reilly, 2006; Oliveira-Brochado & Gameiro, 2013; Veríssimo & Costa, 2018b). Esto ha llevado a la aparición de un subgrupo dentro de los *backpackers* conocido como *flashpacker*, vinculado con las tecnologías de la información y la comunicación como símbolo de los cambios en las formas de vida contemporáneas occidentales.

En comparación con el *backpacker* tradicional, el *flashpacker* se caracteriza generalmente por ser de edad más avanzada, tener una mayor capacidad económica y hacer un mayor uso de las tecnologías durante el viaje (Barry, 2020; Gelbman, 2021; Hannam & Diekmann, 2019; Jarvis & Peel, 2010; Paris, 2010, 2012; Pitanatri & Pitana, 2019; Timothy & Teye, 2009).

Como resultado del aumento en la edad de los *backpackers*, el término *youth hostel* queda obsoleto y es más apropiado referirse a ellos únicamente como *hostels* (Timothy & Teye, 2009). Este cambio de usuario ha llevado al surgimiento de *hostels* de diseño, indicadores de un cambio en la imagen previa del alojamiento hacia una mayor calidad (De-Moura-Pavão-Farias et al., 2022; Musa & Thirumoorthi,

2011; Revell, 2020; Richards, 2016; Veríssimo & Costa, 2018a).

La diversificación en el perfil de los usuarios y el aumento en la calidad de los *hostels* se reflejan en un incremento en su popularidad, que tiene necesariamente consecuencias en su forma de implantarse en la ciudad. Mientras que los primeros *hostels* que aparecieron en la ciudad se ubicaban en edificios reutilizados (Hory et al., 2017; Ibrahim, 2021; Jablonska & Trocka-Leszczynska, 2020; Jarvis & Peel, 2010), a medida que se desarrolla el sector las grandes compañías de *hostels* que cuentan con suficiente capital invierten en la construcción de edificios de nueva planta destinados a albergar este programa, lo que contribuye a su profesionalización (Abrantes & Reis, 2021; Hory et al., 2017; Veríssimo & Costa, 2018a) y a un aumento en su capacidad. Lo anterior ha dado lugar a la aparición de megahostels con más de 1000 camas, que tienen un gran impacto en las zonas en las que se ubican debido a la cantidad de jóvenes que concentran (Richards, 2016).

El incremento de la popularidad de los *hostels* y la diversificación en el perfil de sus usuarios también se reflejan en la atención prestada a sus diseños. En términos arquitectónicos y urbanos, Hory et al. (2017) han identificado una serie de conceptos espaciales que afectan a la ciudad, al edificio y al interior de los *hostels*, y han señalado la necesidad de continuar esta línea de investigación. Adicionalmente, mientras Hoalchan (2022) advierte sobre la construcción de espacios vitales en los *hostels* para que sus características sensoriales y las prácticas que en ellos tienen lugar creen un entorno agradable que potencie el bienestar, otros autores cuantifican los ambientes térmicos y las expectativas de confort de los residentes en dormitorios de los *hostels* en casos concretos (Kumar et al., 2022) o plantean *hostels* con propuestas sostenibles innovadoras (Engelsmann et al., 2019; Liberalesso et al., 2020).

Barcelona como caso de estudio

En relación con Barcelona, algunas investigaciones evidencian la importancia del turismo en esta ciudad (Álvarez-Sousa, 2021; Chamizo-Nieto et al., 2023; Liberato et al., 2022; López-Gay et al., 2022; Sánchez-Aguilera & González-Pérez, 2021), en particular, en el centro de esta (Crespi-Vallbona & Domínguez-Pérez, 2021), lo que ha ocasionado el desplazamiento de los sectores más vulnerables en beneficio de los más acomodados. En las últimas décadas la industria turística mundial se ha visto transformada por un rápido crecimiento que ha llevado a muchos destinos —como Barcelona— a cuantificar y caracterizar el estado de

turistificación (Porfido et al., 2023; Romão et al., 2023), ya que desintegra los lugares a los que la gente pertenece y de los que depende para su vida cotidiana (Cocola-Gant, 2023). Lo anterior permite encontrar una manera de conciliar la temporalidad de los visitantes con el día a día de los residentes (Crespi-Vallbona, 2021), revisar las normas de planificación del turismo en un contexto concreto (de-la-Calle-Vaquero et al., 2020) y desarrollar estrategias para la construcción de una ciudad turística sostenible (Ramos & Mundet, 2021).

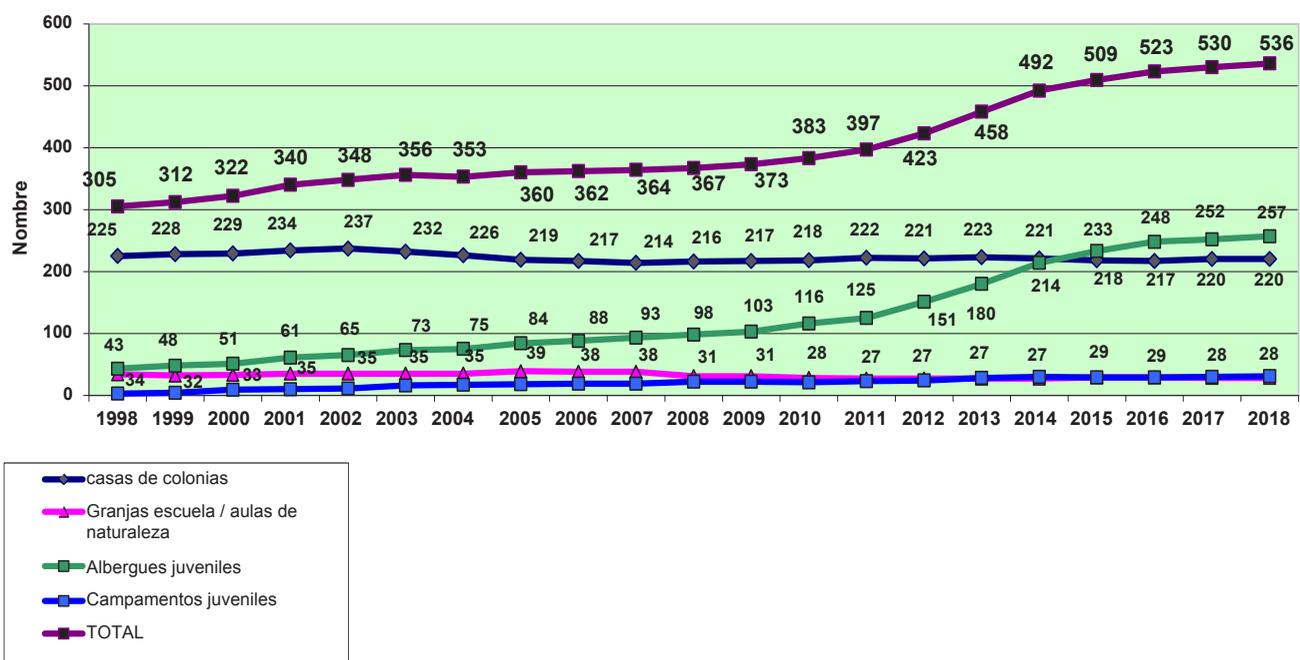
Dado que una de las características del turismo es que sus efectos se expanden sobre el entorno inmediato, es relevante analizar el impacto que la actividad turística de un destino consolidado como Barcelona tiene en su área funcional urbana, concretamente en la denominada Área Metropolitana de Barcelona (AMB), con el fin de revisar las políticas de la ciudad (Mansilla & Milano, 2019; Russo et al., 2022).

En particular, otras investigaciones se centran en el fenómeno del *hostel* en esta ciudad, siendo en el territorio europeo la segunda ciudad después de Berlín con mayor oferta de camas de *hostels*: 5.3 camas por cada

1000 viajeros (Veríssimo & Costa, 2018a). A nivel nacional, el aumento de los *hostels* urbanos de Barcelona ha sido más precoz que en otras ciudades españolas, debido mayormente a que la regulación en Cataluña incluye desde el principio tanto los albergues de titularidad pública como privada (Sánchez & López-de-Ávila, 2010), a diferencia de otras comunidades autónomas. Otras aportaciones señalan a Barcelona como pionera entre las ciudades españolas con respecto a la entrada de cadenas internacionales de *hostels* (Martín, 2018), y abordan los *hostels* de Cataluña desde su impacto económico (Maimí i Pou, 2017).

Algunos documentos oficiales recogen el crecimiento de los albergues en la ciudad. Desde 1998 hasta 2018, de los cuatro tipos de instalaciones juveniles de Cataluña —campamentos juveniles, albergues de juventud, granjas escuela y casas de colonias—, el único que ha aumentado en número ha sido el albergue juvenil, que pasó de 98 albergues en el 2008 a 257 en el 2018 (Generalitat de Catalunya, 2019a). De las plazas ofertadas en todos los albergues de Cataluña en 2019, prácticamente la mitad se concentran en Barcelona

Figura 1. Evolución de las instalaciones juveniles en Cataluña



Fuente: Generalitat de Catalunya (2019a). Dominio público.

(Generalitat de Catalunya, 2019b), lo que los vincula con el entorno urbano (figura 1).

Hipótesis y objetivos

Si en origen los albergues juveniles se localizaban en enclaves naturales y presentaban finalidades educativas, al día de hoy se encuentran en un entorno urbano y muestran un carácter turístico.

La implantación y consolidación de este tipo de alojamiento en las ciudades modifica inevitablemente las zonas en donde su presencia es significativa, pues se trata de establecimientos generalmente de densidad elevada que reúnen gran número de camas y albergan un tipo de usuario particular con unas demandas específicas. Consecuentemente, la concentración de *hostels* en determinadas zonas puede alterar el carácter de estos lugares por la gentrificación o

el impacto económico que conllevan, e incluso condicionar el tipo de comercios que se instalan en sus alrededores. Por ello, es necesario tomar conciencia de la magnitud del fenómeno y la velocidad a la que avanza, especialmente en una ciudad como Barcelona, en donde sus efectos son especialmente notables.

Hasta la fecha, no existe una investigación que se focalice en el crecimiento y la evolución del *hostel* dentro de la trama urbana en la ciudad de Barcelona. El presente artículo aspira llenar este vacío de conocimiento y tiene como objetivo general explorar y evidenciar el desarrollo de los *hostels* urbanos en esta ciudad como un punto de partida para reflexionar sobre los posibles efectos de su implantación en ciertas zonas y la necesidad de regularlos y de adecuar Barcelona a las nuevas demandas.

Para ello, los objetivos específicos de esta investigación son los siguientes: documentar detalladamente el crecimiento del número

de *hostels* en Barcelona hasta el año 2019 y revisar la vinculación de este desarrollo con el de la normativa aplicable; examinar su distribución geográfica y detectar las zonas de mayor densidad de plazas de albergues juveniles; analizar la variación de sus capacidades a lo largo del tiempo, y estudiar el modo de implantación del programa de *hostel* en las construcciones existentes.

La investigación permite constatar que el alojamiento de *hostel* ha crecido en número, se ha expandido en la ciudad, tiende ahora a presentar mayor tamaño y pasó de ocupar partes de edificaciones existentes a instalarse en edificios de forma completa. El análisis de la evolución de los *hostels* en Barcelona a lo largo del tiempo, atendiendo a estas variables, permite confirmar la consolidación del *hostel* como una forma de alojamiento nueva en el ámbito urbano, así como determinar posibles criterios de crecimiento futuro.

METODOLOGÍA

La presente investigación emplea una metodología cuantitativa en tanto que computa unas cifras objetivas y oficiales, y cualitativa en la elección de las variables que se analizan y en la definición de la muestra.

Para alcanzar los objetivos establecidos se analizó una muestra de estudio de 100 casos de *hostels* localizados en el municipio de Barcelona y con licencia de albergue juvenil vigente en 2019¹. En este análisis se tuvo en cuenta, de cada uno de los casos, el año en el que ha aparecido, el lugar en el que se instaló, su capacidad en número de camas y el modo de implantación en los edificios, es decir, su posición y el porcentaje de ocupación de las edificaciones existentes.

Para la concreción de la muestra se partió de un listado obtenido de una base de datos oficial fechada el 16 de diciembre de 2019 que recogía los albergues juveniles de la ciudad de Barcelona registrados en la “Xarxa Catalana d’Instal·lacions Juvenils” (XCIJ) de la Generalitat de Catalunya. El listado obtenido incluía un total de 124 albergues juveniles. Partir de una base de datos oficial permitió excluir desde el inicio de la investigación aquellos *hostels* ilegales y llegar así a resultados de mayor rigor.

A continuación, se hizo una selección con base en los siguientes criterios: aquellos *hostels* que se computaron por duplicado debido a haber sido instaurados en dos etapas u ocupar partes distintas de un mismo edificio, aun siendo un mismo negocio, se unificaron; se descartaron aquellos localizados en un entorno natural, y se prescindió de aquellos que eran residencias de estudiantes, por constituir una tipología de alojamiento que responde a unas demandas y a unos usuarios distintos. Por otra parte los establecimientos que presentaron una licencia de albergue juvenil respondían a la definición de *hostel urbano* desde su habitar. Atendiendo a la particularidad del *hostel* —los dormitorios colectivos—, se tomó como requisito para la selección que los establecimientos ofrecieran como mínimo una habitación colectiva². De este modo, la muestra que se analizó se concretó en 100 *hostels*.

Además de los datos que proporcionó la base de datos referida —el número de expediente, el distrito y el número de plazas—, se recopiló información sobre las modificaciones que cada *hostel* había experimentado a lo largo del tiempo en cuanto a capacidad y modos de ocupación. Para ello, se procedió a la consulta

¹ No se consideraron aquellos albergues que cerraron sus puertas con anterioridad a esta fecha.

² Dado que el número de habitaciones privadas en algunos establecimientos varía según la demanda, los datos se obtuvieron de sus páginas web.

de los expedientes de actividad de los casos de estudio en los Archivos Municipales y en los Departamentos de Licencias e Inspección de cada distrito, según el *hostel*.

Los datos obtenidos de cada caso de estudio se ordenaron en una tabla que incluyó las siguientes categorías, con su respectiva columna (tabla 1):

- El nombre del *hostel*
- El distrito al que pertenece el *hostel*
- El año del expediente de actividad inicial — equivalente al que se inicia el trámite para

la obtención de la licencia de actividad del *hostel*— y el año de los expedientes de actividad de modificaciones posteriores

- La capacidad en camas del *hostel* y su variación en relación con los años señalados en el punto anterior
- La forma de implantación en los edificios atendiendo a tres categorías: los *hostels* que ocupan edificios existentes de manera parcial (EP), los *hostels* que ocupan edificios existentes de manera completa (EC) y los *hostels* ubicados en edificios de nueva planta (NC)³ (figura 2)

Tabla 1. Base de datos de los casos de estudio

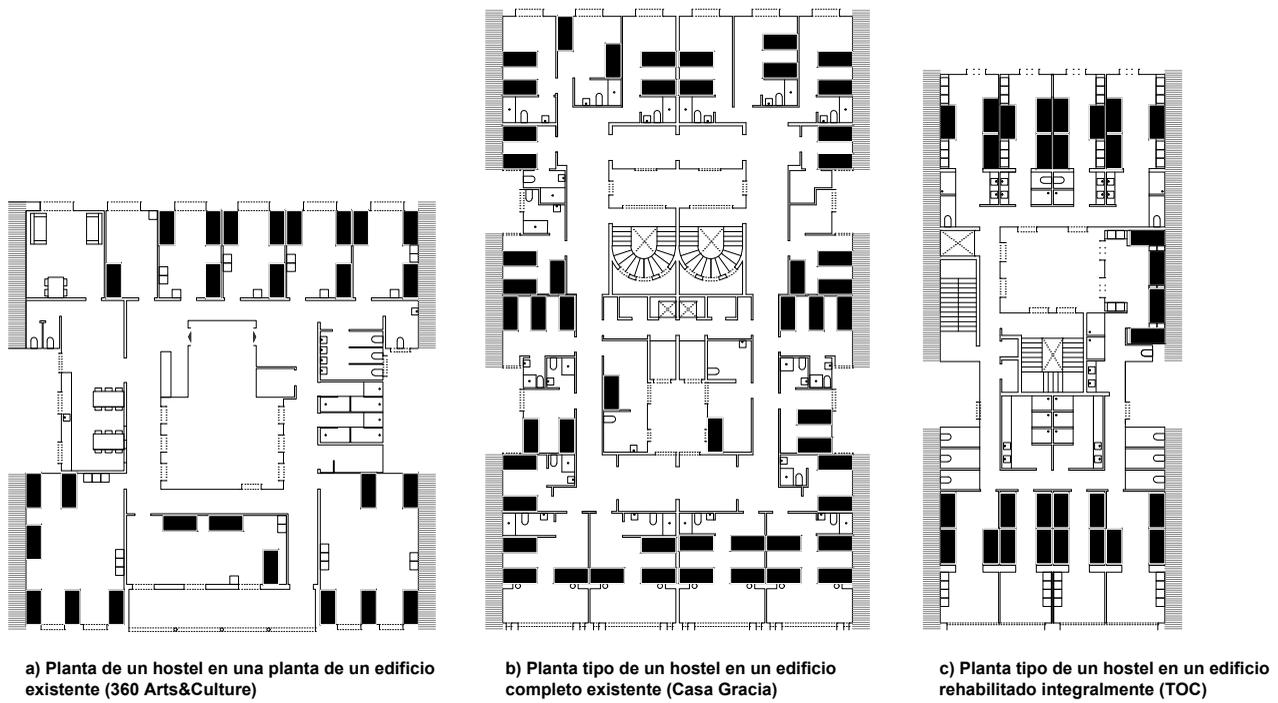
	NOMBRE	DISTRITO	AÑO			PLAZAS			OCUPACIÓN		
			EXP. PREVIO	EXP. RECIENTE	FUERA DE EXP.	EXP. PREVIO	EXP. RECIENTE	FUERA DE EXP.	E	P	NC
1	PERE TARRÉS	Les Corts	(1981) 1994	2002	2008	(55) 240	320				
2	MARE DE DEU DE MONTSERRAT	Gràcia	(1982) 1999			(183) 220					
3	KABIL	Ciutat Vella	1997 1995 2000	2015		55 100 224	212				
4	FERNANDO	Ciutat Vella	1995			42					
5	NEW YORK	Ciutat Vella	1996			98					
6	CENTER RAMBLAS	Ciutat Vella	1999	2000		152	178				
7	IDEAL YOUTH HOSTEL	Ciutat Vella	1999	2005		84	177				
8	SAFESTAY GOTHIC	Ciutat Vella	2000	2005		132					
9	SUN & MOON	Ciutat Vella	2000	2004		148	151				
10	ITACA	Ciutat Vella	2001			24					
11	SOUL BACKPACKERS BARCELONA	Exemple	2001			20					
12	SAFESTAY BARCELONA SEA HOSTEL	Ciutat Vella	2002			94					
13	GARDEN HOUSE HOSTEL BARCELONA	Horta-guinardó	2003	2012		24	49				
14	MELLOW HOSTEL BARCELONA	Horta-guinardó	2003			98					
15	SANT JORDI LLURA	Exemple	2003 2007	2010		17 35	36				
16	ALBERGUNN	Santa-Monja	2004	2015		50	73				
17	BE SOUND HOSTEL	Ciutat Vella	2004			100					
18	HOSTELONE	Santa-Monja	2004			44					
19	SAFESTAY BARCELONA PASEO DE GRACIA	Exemple	2004			340					
20	BARCELONA URBANY HOSTEL	Sant Martí	2005			392					
21	HELLOBON HOSTEL	Santa-Monja	2005			148					
22	ALTERNATIVE CREATIVE YOUTH HOSTEL BARCELONA	Exemple	2006			24					
23	MAMBO TANGO	Santa-Monja	2006			21					
24	PARIS TEATRO HOSTEL	Santa-Monja	2006	2008		24	48				
25	MEDITERRANEAN	Exemple	2007	2012		24	48				
26	HOSTELSCAT	Santa-Monja	2008			38					
27	SLEEP GREEN - ECO YOUTH HOSTEL	Exemple	2008			20					
28	YELLOWNEST HOSTEL	Les Corts	2008	2011		84	108				
29	BARCELONA CENTRAL GARDEN 1 Y 2	Exemple	2009	2015		24	35				
30	HP KARMA	Exemple	2009			19					
31	TWENTYTU	Sant Martí	2009			248					
32	AFTER HOSTEL	Exemple	2010			20					
33	BEDCELONA GRACIA HOSTEL	Gràcia	2010			28					
34	GENERATOR BARCELONA	Gràcia	2010			646					
35	HARMONY HOSTEL	Exemple	2010			37					
36	SANT JORDI GRACIA	Gràcia	2010			48					
37	SANT JORDI SAGRADA FAMILIA	Sant Martí	2010	2016		90	115				
38	FACTORY GARDENS	Exemple	2011	2015		18	104				
39	HOSTEL ONE PARALELO	Santa-Monja	2011	2013		20	32				
40	THE BUBA HOUSE	Exemple	2011			16					
41	BON MOUSTACHE	Exemple	2012			24					
42	SANT CHRISTOPHER'S HOSTEL	Exemple	2012			416					
43	360 HOSTEL BARCELONA	Exemple	2013			42					
44	AMISTAT BEACH HOSTEL	Sant Martí	2013			150					
45	BARCELÓ HOSTEL 1 Y 2	Exemple	2013	2013		20	40				
46	BLACK SWAN HOSTEL	Exemple	2013			91					
47	CASA KESSLER BARCELONA A Y B	Exemple	2013	2013		12	31				
48	FACTORY HOUSE	Gràcia	2013			43					
49	GRACIA CITY HOSTEL	Gràcia	2013			64					
50	HPSTEL 1 Y 2	Exemple	2013	2016		46	94				

³ Cuando el edificio ha sido sometido a una rehabilitación integral, según los datos de la Sede Electrónica del Catastro (<http://www.sedecatastro.gob.es>), se consideró de nueva planta. En los tres casos más recientes, la base de datos no se encontraba actualizada. Dichos casos se consideraron según la magnitud de sus intervenciones.

51	HOLA HOSTAL	Ejemplo	2013		122	
52	HOSTEL ONE RAMBLAS	Sants-Montjuïc	2013		29	
53	KOREA-HOSTEL	Ejemplo	2013		24	
54	LULLABY RAMBLAS	Ejemplo	2013		20	
55	NO LIMIT HOSTEL GRAFFITI	Sant Martí	2013		24	
56	PLAÇA CATALUNYA	Ejemplo	2013		19	
57	PRIMAVERA	Ejemplo	2013		40	
58	ROCKET HOSTELS GRACIA	Gràcia	2013		38	
59	RODAMÓN BARCELONA CENTRE	Ejemplo	2013	2016	24	74
60	URBANY HOSTEL BCN GO!	Ejemplo	2013		284	
61	WOW HOSTEL	Santà-Sant Gervasi	2013	2016	19	44
62	360 HOSTEL ARTS&CULTURE	Ejemplo	2014		48	
63	BARCELONA-SPORT-HOSTELS	Gràcia	2014		401	
64	BE BARCELONA SAGRADA FAMILIA	Gràcia	2014		14	
65	BED AND BIKE	Ejemplo	2014	2015	49	
66	BIRD HOUSE 1 Y 2	Ejemplo	2014	2015	12	30
67	CAMINO B&B	Ejemplo	2014		46	
68	CASA GRACIA BARCELONA HOSTEL	Gràcia	2014	2015	362	446
69	DIAGONAL HOUSE	Ejemplo	2014		24	
70	DREAM CUBE HOSTEL	Les Corts	2014		48	
71	FABRIZIO'S PETIT	Ejemplo	2014		20	
72	FABRIZIOS TERRACE BARCELONA	Ejemplo	2014		19	
73	FREE HOSTELS BARCELONA	Ejemplo	2014		38	
74	HIPHOSTEL	Gràcia	2014		24	
75	HOLIDAYS BCN HOSTEL	Ejemplo	2014		19	
76	JAM HOSTEL	Gràcia	2014		47	
77	LIWI	Les Corts	2014		20	
78	LK BARCELONA	Sants-Montjuïc	2014		19	
79	PARAÍSO TRAVELLERS HOSTEL	Ejemplo	2014		22	
80	PARS TAILOR'S HOSTEL	Ejemplo	2014		72	
81	ROOM 018 BCN	Les Corts	2014		87	
82	SANT JORDI HOSTEL ROCK PALACE	Ejemplo	2014		154	
83	ST. PAUL HOSTEL	Ejemplo	2014		44	
84	SWEET BCN YOUTH HOSTEL	Ejemplo	2014		19	
85	ANT HOSTEL BARCELONA	Sant Martí	2015		74	
86	ARC HOUSE	Sant Martí	2015		18	
87	BARCELONA AND YOU	Ejemplo	2015		19	
88	BORN BARCELONA HOSTEL	Ejemplo	2015		19	
89	BREAK NBED HOSTEL	Sants-Montjuïc	2015		48	
90	NO LIMIT HOSTEL CENTRAL	Ejemplo	2015		49	
91	TOC HOSTEL BARCELONA	Ejemplo	2015		216	
92	GALAXYSTAR HOSTEL BARCELONA	Sants-Montjuïc	2016		94	
93	GO BCN HOSTAL IDEAL BADAL	Sants-Montjuïc	2016		19	
94	GUEST HOUSE BARCELONA BRUC 1 Y 2	Ejemplo	2016	2016	16	35
95	MEETING POINT HOSTELS	Sants-Montjuïc	2016		78	
96	THE HIPSTEL PARALEL	Sants-Montjuïc	2016		60	
97	GO BCN HOSTAL IDEAL SANTS	Sants-Montjuïc	2017		19	
98	TEN TO GO HOSTEL	Sants-Montjuïc	2017		50	
99	YEAH	Ejemplo	2017		200	
100	UNITE HOSTEL	Sant Martí	2018		440	

Fuente: elaboración propia (2019). CC BY-NC-ND.

Figura 2. Categorías de implantación de los edificios



Fuente: elaboración propia. (2020)

Por último, a partir de los datos se elaboraron una serie de gráficos que representan la evolución en el tiempo de los 100 casos en relación

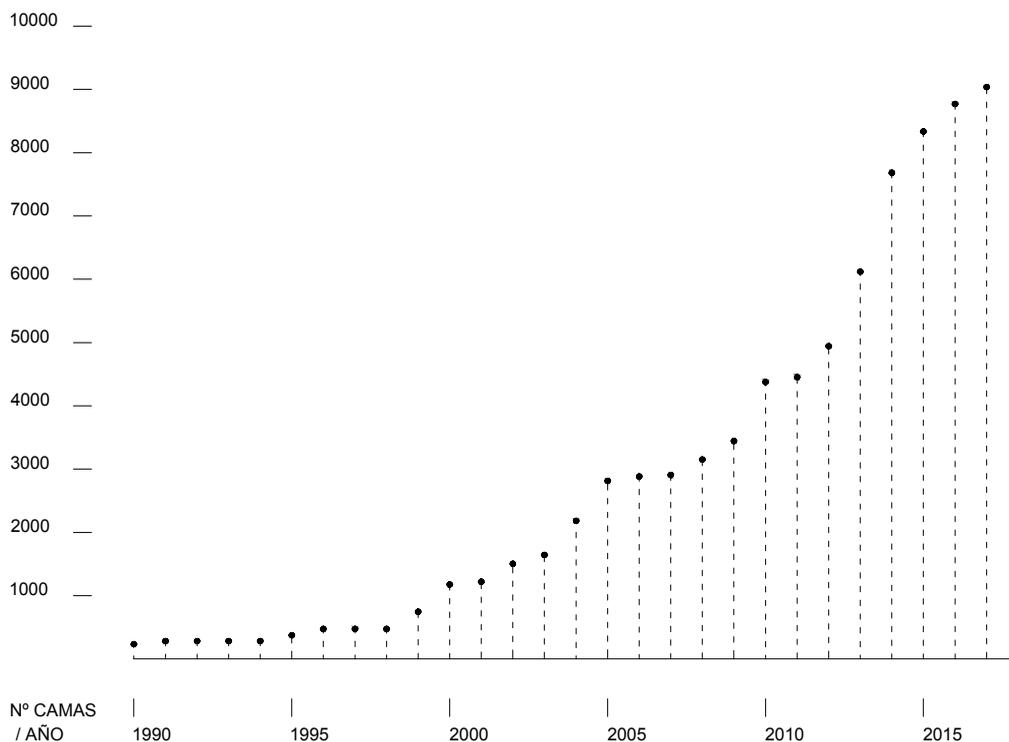
con el año de su aparición, su tamaño, su localización y su modalidad de inserción en la trama urbana (tabla 1).

RESULTADOS

El número de plazas de *hostels* ofertadas en el municipio de Barcelona muestra un crecimiento ininterrumpido a lo largo de los años (figura 3). Hasta el 2000 el número de camas se mantuvo prácticamente constante; sin

embargo, a partir de esa fecha, en menos de dos décadas la oferta se multiplicó hasta llegar a 9477 en 2018, una cifra sin precedentes, siendo el salto más acusado el que ocurrió entre 2012 y 2014.

Figura 3. Número de camas ofertadas de los *hostels* tomados como casos de estudio en relación con el año en el que aparecieron



Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND.

Crecimiento de los hostels urbanos y marco normativo

La primera acción de regulación de los albergues juveniles en Cataluña tuvo lugar en 1981, cuando se creó el “Institut Català de Serveis a la Juventud” mediante la Ley 10/1981 del 2 de diciembre, con el objetivo de gestionar y promover los albergues (Maimí i Pou, 2017). Unos años más tarde, por la Orden del 25 de septiembre de 1985, se estableció la normativa de apertura y funcionamiento de las casas de colonias y los albergues de juventud.

Entre los *hostels* seleccionados para el caso de estudio, el expediente que data de mayor antigüedad es de 1991. No obstante, a partir de la consulta de los expedientes de actividad se determinó la existencia de dos alojamientos que, a pesar de tener fecha de expediente posterior, comenzaron su funcionamiento en la década de los ochenta. Estos primeros albergues se adaptaron a la normativa después de iniciar sus operaciones. Por lo tanto, se puede afirmar que en 1981 se inauguró el primer albergue denominado “Fundació Pere Tarrés” (2017), seguido en 1982 por el alojamiento “Mare de Déu de Montserrat” (Red Española de Albergues Juveniles [REAJ], s. f.).

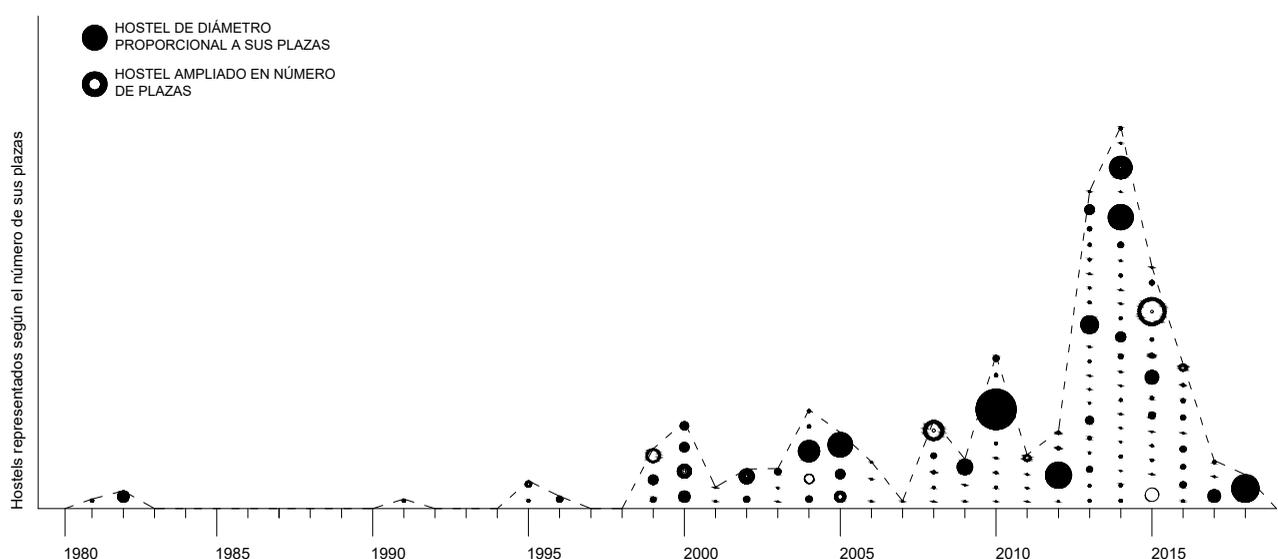
En el momento de su apertura, estos albergues respondían al concepto de *albergue juvenil tradicional*. Por una parte, no tenían la categoría de alojamiento turístico. El primero, aunque era de propiedad privada, estaba gestionado por una asociación sin ánimo de lucro, mientras que el segundo fue el primer

albergue de juventud de Barcelona de la Generalitat de Cataluña gestionado públicamente (Maimí i Pou, 2017). Por otra parte, aunque están localizados en un entorno urbano, no estaban ubicados en el casco histórico ni en puntos estratégicos de la ciudad, a diferencia de los albergues contemporáneos, que se caracterizan por su enfoque turístico.

A diferencia de los anteriores, el albergue que le siguió en antigüedad, y que inició su actividad en 1991, se localiza en el núcleo urbano, concretamente en el casco histórico de Barcelona, y es de titularidad privada, rasgos que corresponden con los *hostels* turísticos contemporáneos. Por tanto, fue en la década de los noventa cuando apareció el primer *hostel* urbano en la ciudad. Esta fecha coincide con la aprobación de la Ley 38/1991 del 30 de diciembre, que contempla tanto los albergues de titularidad pública como privada y en ella se regulan las características y requisitos mínimos de las instalaciones de albergue juvenil.

Una vez establecida la regulación, comenzaron a aparecer más *hostels* en el centro de la ciudad. El aumento en su número fue especialmente notable a partir del año 2000 (figura 4). En 2003, mediante el Decreto 140/2003, se aprobó el “Reglamento de instalaciones destinadas a actividades con jóvenes y niños” de la Ley 38/1991, que actualizó la normativa existente ante la necesidad de diferenciar más claramente las características propias de los albergues frente a otros alojamientos juveniles.

Figura 4. Distribución de los *hostels* con base al año de inicio de su actividad. Cada caso viene representado por un círculo de tamaño proporcional al número de sus plazas



Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND.

Con el tiempo, el uso de los *hostels* se popularizó y aumentó su demanda. El crecimiento más pronunciado tuvo lugar entre 2013 y 2015. Sin embargo, a partir de 2014, el número de *hostels* que abrieron cada año en Barcelona

empezó a descender. Casi la mitad de las operaciones registradas en ese año correspondieron a expansiones de los establecimientos ya existentes en lugar de nuevas aperturas. En 2017 el número de *hostels* que iniciaron activi-

dades disminuyó considerablemente. Mientras que en 2014 se abrieron 22 *hostels*, en 2017 el número se redujo a tres y, en 2018, solo se inauguró un *hostel*.

Este descenso coincidió con la aprobación en 2017 del Plan Especial Urbanístico de Alojamientos Turísticos (PEUAT) (Ajuntament de Barcelona, 2017), una respuesta al crecimiento descontrolado de alojamientos turísticos que implicó la prohibición de abrir nuevos *hostels* en zonas donde ya había una alta concentración de estos establecimientos.

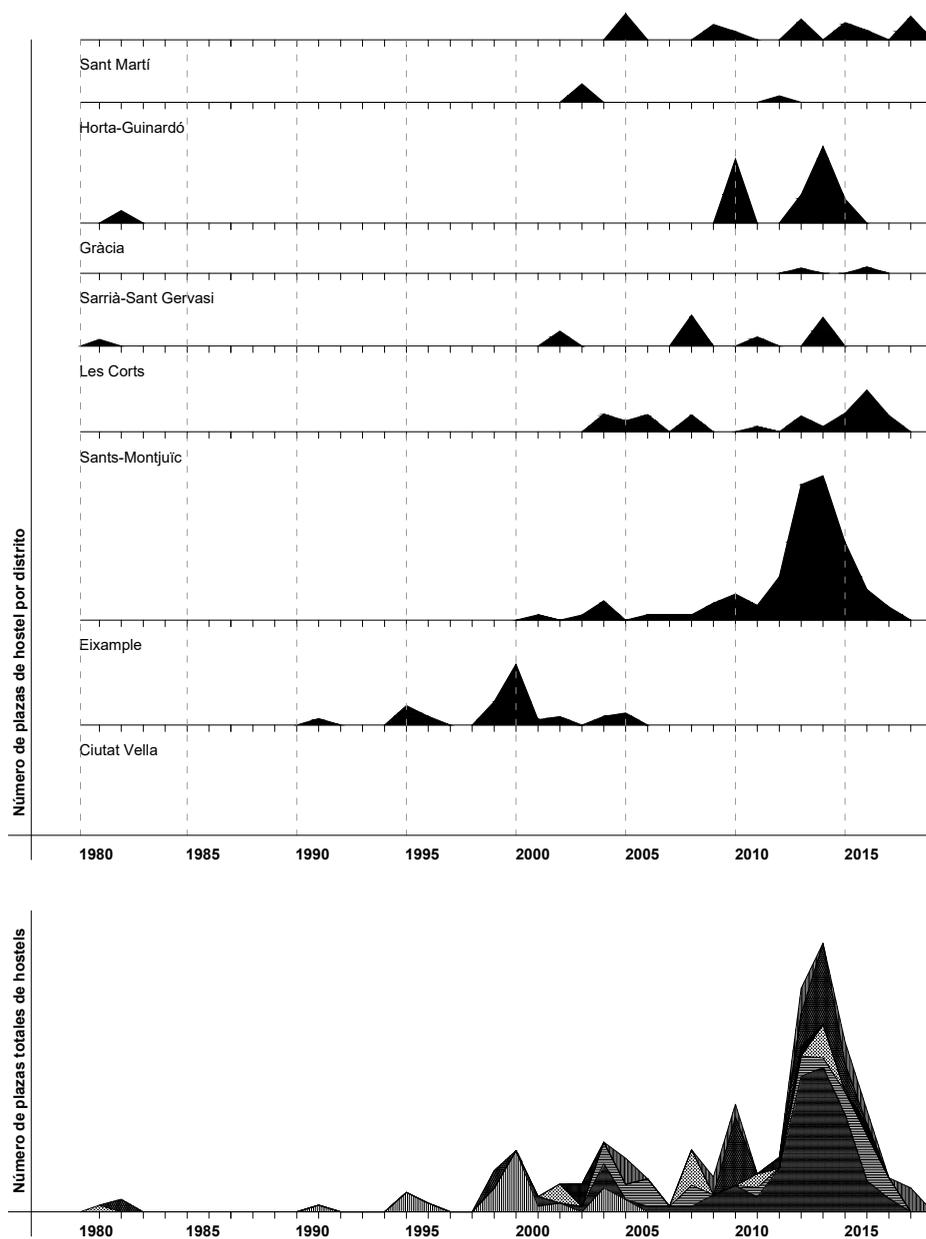
Localización

En 2019, las zonas de la ciudad con mayor densidad de *hostels* fueron las que establece el PEUAT como “zona 1 de decrecimiento” y que comprenden el distrito de Ciutat Vella, la mayoría del territorio del Eixample, Gràcia y Sant Martí. En términos numéricos, cerca de 50% de la muestra estudiada se ubicó en el distrito del Eixample; seguido por los distritos

de Sants-Montjuïc, Ciutat Vella, Gràcia y Sant Martí, con porcentajes similares.

Esta distribución no ha sido constante en el tiempo. Paralelamente a su crecimiento en número, los *hostels* han presentado una expansión a lo largo del tejido urbano de la ciudad (figura 5). Hasta 2006, la mayor parte de los albergues se localizaban en Ciutat Vella, el casco histórico de la ciudad. A medida que aumentaba la demanda de dichos establecimientos, se colonizaron escalonadamente nuevas zonas más allá del casco histórico. La siguiente zona en incluir *hostels* fue el Eixample. El primero situado fuera de Ciutat Vella apareció en el Eixample en el año 2001, distrito que concentró mayor número de estos alojamientos hasta 2015. Entre 2003 y 2005 abrieron los primeros *hostels* en Horta-Guinardó, Les Corts, Sant Martí y Sants-Montjuïc. Finalmente, Gràcia es el distrito que acogió los *hostels* de manera más tardía, en 2010. Sin embargo, durante ese año el mayor número de aperturas se focalizó en este distrito. Los *hostels* más recientes se integran en Sants-Montjuïc y en Sant Martí.

Figura 5. Evolución del número de *hostels* en el tiempo en cada distrito

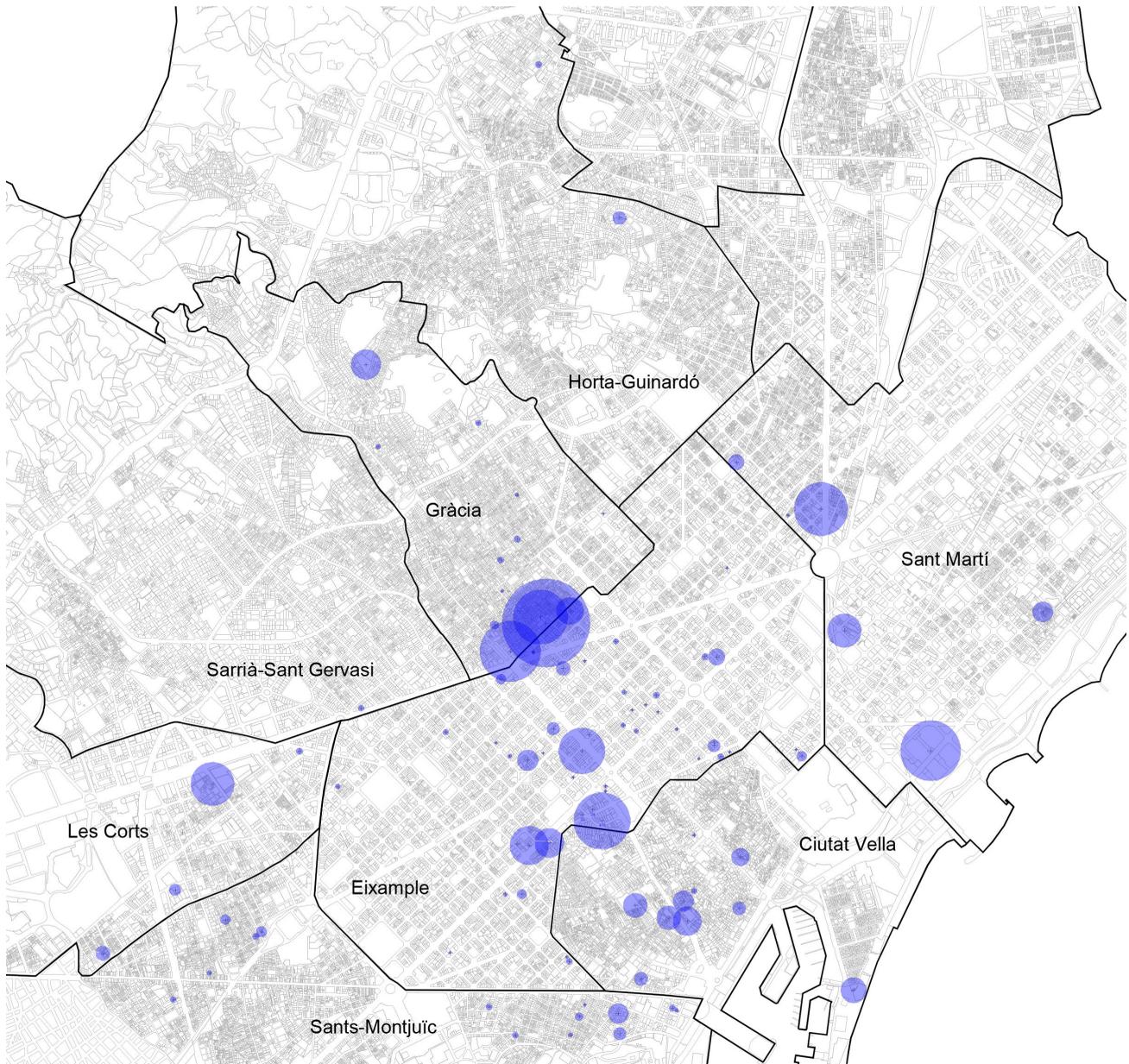


Fuente: De-Miguel-Pastor & Sentieri-Omarrementería (2022, p. 194). CC BY-NC-ND.

Si hasta 2006 los establecimientos quedaban prácticamente reunidos en un distrito, los casos de estudio se reparten actualmente en ocho de los diez distritos del municipio de Barcelona. Dentro de cada distrito los alojamientos no se distribuyen de manera homogénea. En el Eixample, los *hostels*

se concentran de forma mayoritaria en la parte central; la zona con más densidad en el distrito de Gràcia se ubica en su intersección con el Eixample, y el distrito de Sarrià-Sant Gervasi solo incluye un *hostel* cuya localización limita asimismo con la zona central del Eixample (figura 6).

Figura 6. Plano de Barcelona con los casos de estudio situados y representados según su tamaño en número de plazas



Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND.

Capacidad

En términos generales, 28% de los *hostels* analizados tiene menos de 25 plazas, 31% cuenta con entre 25 y 50 plazas, 15% varía entre 50 y 100 plazas, y 26% tiene más de 100 plazas. Por lo tanto, más de la mitad de los *hostels* de Barcelona tienen una capacidad inferior a 50 camas. Entre los *hostels* de mayor tamaño, 14 incorporan más de 200 camas, ocho superan las 300 y cinco las 400. La disparidad en el número de plazas de los *hostels* es notable, ya que la muestra abarca desde uno de 14 plazas en el Eixample hasta un establecimiento de 646 camas en el distrito de Gràcia.

La proliferación de *hostels* con menos de 50 plazas tuvo lugar especialmente entre 2013 y 2015, lo que coincidió con los años en los que se produjo una mayor expansión de la tipología. Paralelamente al incremento de *hostels* pequeños, se observó una tendencia hacia la aparición de *hostels* cada vez de mayor tamaño. En 2004 se inauguró el primero, con más de 300 camas (Safestay Barcelona Paseo de Gracia) y en 2010 el *hostel* más grande de la ciudad, con más de 600 camas (Generator). A partir de 2016 se detecta una reducción en la apertura de *hostels* con menos de 50 camas, mientras que la tendencia a la aparición de grandes *hostels* permanece. Un ejemplo ilustrativo de

esta tendencia es que en 2018 solo se registró la apertura de un *hostel* de 440 camas, una cantidad significativa en comparación con las 1589 camas totales que aparecieron en 2014, el año con mayor número de aperturas (figura 3).

En respuesta a la creciente demanda, algunos *hostels* existentes han solicitado un aumento en el número de sus plazas con el tiempo. Las ampliaciones pueden producirse sin afectar la superficie del *hostel*, bien por cambiar las camas por literas, o bien por modificar el uso en alguna estancia para destinarla a dormitorio. No obstante, los incrementos en plazas suelen ir de la mano de un ensanchamiento de la superficie del establecimiento por la colonización de una mayor parte del edificio. Estas modificaciones se produjeron principalmente en *hostels* de tamaño pequeño y mediano. Los distritos donde se han registrado más ampliaciones son Ciutat Vella y Eixample, por ser los que incluyen los *hostels* de mayor antigüedad. Aunque se aprecian ampliaciones repartidas en el tiempo, 2015 y 2016 fueron los años en los que se registraron más (figura 4).

En cuanto a la ubicación de los *hostels* según su capacidad, la mayoría de los que cuentan con menos de 50 plazas se encuentran en el Eixample, de los cuales 30% tienen una capacidad inferior a 25 plazas. Por otro lado, los alojamientos con más de 100 plazas, aunque predominan de igual manera en el Eixample, se muestran más repartidos a lo largo de la ciudad, especialmente en los barrios de Ciutat Vella, Gràcia y Sant Martí. En concreto, la mayor concentración de *hostels* de gran tamaño se encuentra en la intersección entre el barrio de Gràcia y el Eixample, así como a lo largo de las principales vías de la ciudad y en el distrito de Sant Martí (figura 5).

En algunos casos, el tamaño de los *hostels* dominante en cada distrito es consecuencia directa de la parcelación. Por ejemplo, los albergues en el distrito de Sants-Montjuïc están ubicados en edificaciones de vivienda unifamiliar, mientras que en Sant Martí predominan los bloques de viviendas. En el caso del Eixample, el alto porcentaje de *hostels* con menos de 50 plazas no se debe únicamente a las características de su edificación, sino también a que ocupan partes de edificios residenciales. De este modo, las diferencias entre los *hostels* de los distintos distritos no solo hacen referencia a la franja temporal en que aparecieron, sino que también desempeñan un papel decisivo en ellas las características de la trama urbana que predomina en cada zona, especialmente la parcelación y las alturas permitidas.

Formas de ocupación

El 87% de los *hostels* de Barcelona se instalan en edificios que no han sido construidos específicamente para albergar el programa de *hostel*. El 66% de los *hostels* estudiados ocupan las edificaciones de manera parcial, lo que implica que comparten el edificio con otros usos. Dentro de esta categoría se observan múltiples modalidades. Pueden ocupar parte de una planta, una planta completa, varias plantas contiguas o discontinuas de un mismo edificio tanto de manera completa como parcial, y pueden incluir o no la planta baja⁴. Asimismo, en algunos casos, pueden ocupar tanto una parte como la totalidad de más de un edificio.

Atendiendo a su evolución en el tiempo, los primeros *hostels* en la ciudad se presentan insertados en plantas intermedias de edificios. Un ejemplo ilustrativo en el proceso evolutivo de los *hostels* en la ciudad, tanto por su forma de inserción en edificaciones existentes como por su modo de crecimiento, es el caso del primer *hostel* urbano de la ciudad. Este inició su actividad en 1991, alojado en el entresuelo, en una sección de la primera planta y en la azotea de un edificio residencial con una capacidad de 50 plazas; en 1995 duplicó su capacidad al tomar parte de la tercera planta y, finalmente, en el año 2000 colonizó la porción restante de la primera y tercera planta, así como la segunda, con lo que quedó con el edificio completo salvo la planta baja, destinada al uso de *hostel* con 212 plazas.

A partir del año 2000 aparecieron los primeros casos de rehabilitaciones integrales en edificios existentes completos ocupados por los *hostels* de mayor antigüedad —los de Ciutat Vella—. No obstante, todavía no constituían edificaciones proyectadas ex profeso para el uso de *hostel*. El primer caso estrictamente proyectado para albergar el programa de *hostel* se localiza en el distrito de Sants-Montjuïc y apareció en 2004. Este, al igual que los demás *hostels* de nueva planta de este distrito, incluye menos de 50 plazas. Por el contrario, el distrito de Sant Martí presenta edificios aislados proyectados expresamente para albergar camas, los cuales disponen de mayor capacidad: en 2005 con 392 plazas y en 2009 con 248.

Esta tendencia es evidente desde la primera década del siglo XXI, cuando emergieron sucesivamente en el Eixample y en la intersección entre este distrito y el barrio de Gràcia *hostels* en edificios completos de la categoría “nueva planta”⁵. El primero data de 2012 y corresponde

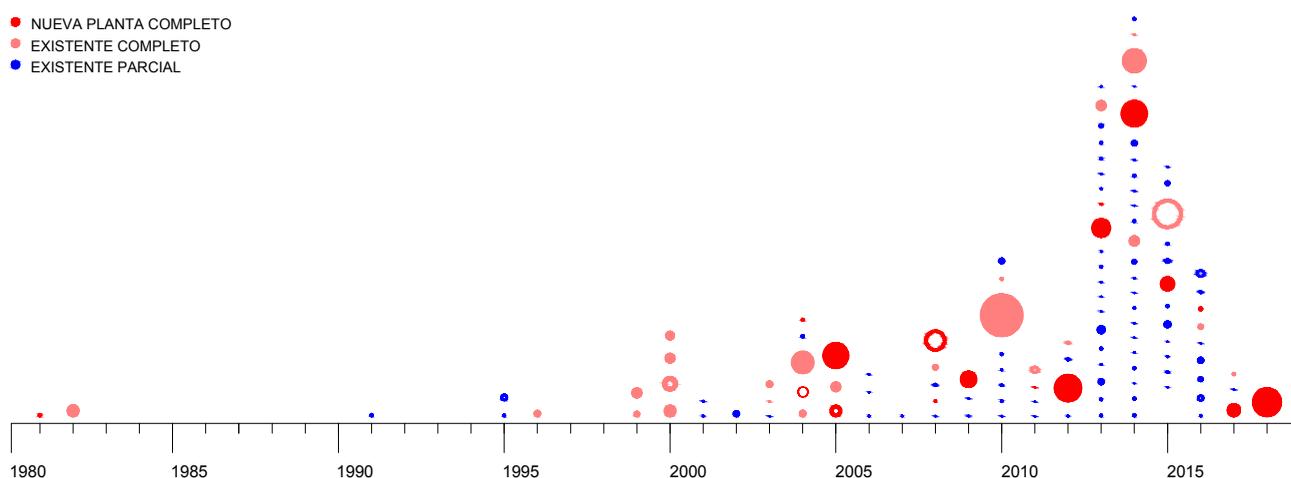
⁴ Cuando se trata de *hostels* en plantas de edificios, la normativa de incendios del Código Técnico de la Edificación (<https://www.codigotecnico.org>) limita la altura según la ocupación si solo se dispone de una salida de evacuación, por lo que no existen *hostels* en plantas elevadas.

⁵ Aunque se categorizan como nueva planta, todos los *hostels* del Eixample corresponden a rehabilitaciones integrales sobre edificios existentes.

con la cadena internacional Saint Christopher Inn. La intervención consistió en transformar un edificio de oficinas en un *hostel* de 416 plazas. En 2013 un *hostel* de 284 plazas se insertó en un edificio residencial, que posteriormente desempeñó la función de Colegio de Arquitectos de Cataluña (Urbany Hostel BCN GO!); en 2014 se rehabilitó un edificio de origen industrial, que pasó a albergar 401 camas (Barcelona Sports *Hostel*); en 2015 la cadena TOC abrió un *hostel* con 216 plazas, y en 2017 en un antiguo edificio de oficinas se alojaron 200 plazas. Las intervenciones de estas características en edificios completos denotan el desarrollo del sector.

Entre 2013 y 2015 abrieron más *hostels* en porciones de edificios que en edificios completos. A partir de 2016, los casos de ocupación parcial perdieron protagonismo, y quedaron finalmente prohibidos en 2017 con la aprobación de la norma que exige destinar el edificio completo a la actividad que se pretende implantar, a excepción de la planta baja. La posibilidad de ocupar partes de edificios existentes le confiere interés al caso de estudio pues, además de ser característicos de un período concreto del desarrollo de los *hostels* en Barcelona, esta modalidad no se permite en las regulaciones de los albergues juveniles de otras ciudades (figura 7).

Figura 7. Evolución de los casos de estudio clasificados con base en su modo de implantación. Cada caso está representado por su tamaño según el número de plazas



Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND.

Respecto al reparto de las distintas categorías en la ciudad, el Eixample presenta el mayor porcentaje de los *hostels* de Barcelona de ocupación parcial, concretamente 60%. La mayor parte de estos se instalan en antiguas viviendas de edificios residenciales que datan de finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Debido a la singularidad y al valor arquitectónico de la edificación en la que se insertan,

las características espaciales de estos tipos resultan significativas y son exclusivas de la ciudad de Barcelona.

Los *hostels* que ocupan edificaciones existentes de manera completa presentan mayores porcentajes en Gràcia y Eixample, y los *hostels* de nueva planta se concentran mayormente en Sants-Montjuïc.

DISCUSIÓN

El estudio determina que el primer *hostel* de la muestra que, por su localización y por ser de titularidad privada, obedece a las características de los *hostels* turísticos contemporáneos, apareció en 1991 en el distrito de Ciutat Vella. A partir de dicha fecha, los *hostels* turísticos crecieron en Barcelona de forma progresiva, especialmente a partir de 2012. Las fechas corresponden con la diversificación del perfil de los usuarios de los *hostels* y la aparición de la figura del flashpacker a finales de la primera década del siglo XXI (Hannam & Diekmann,

2019; Jarvis & Peel, 2010; Paris, 2010, 2012; Timothy & Teye, 2009).

Asimismo, la investigación confirma la correlación entre el marco normativo y el desarrollo de los *hostels* urbanos de Barcelona, como apuntaban investigaciones previas (Sánchez & López-de-Ávila, 2010). La regulación facilitó su desarrollo, pues el inicio de los *hostels* coincide con la primera manifestación oficial de promoverlos legalmente en 1981. Con la Ley de 38/1991, que reguló tanto los *hostels* de titularidad

pública como privada, apareció el primer *hostel* turístico. Finalmente, la regulación de 2017 limitó su crecimiento y provocó un descenso en el número de aperturas de *hostels*. Las actualizaciones de las normativas reflejan el desarrollo de esta forma de alojamiento, pues surgen como respuesta a las nuevas demandas de sus usuarios y a la necesidad de controlar su crecimiento masivo.

La multiplicación de los *hostels* en la ciudad favoreció también su expansión progresiva desde el casco histórico hacia otros distritos conforme tuvo lugar la saturación de estos. Los resultados demuestran que, mientras que hasta 2006 los *hostels* de Barcelona se concentraban prácticamente en Ciutat Vella, en 2019 quedaron repartidos en ocho distritos. El análisis permite asimismo detectar las zonas de la ciudad que concentran mayor número de *hostels*, ya que su distribución no es homogénea.

Se observa, además, una considerable disparidad en el número de plazas de la muestra analizada que se atribuye a las diferencias entre las edificaciones de los distintos distritos y, principalmente, al hecho de que no todos los *hostels* ocupan edificios completos, pues la heterogeneidad se da también en un distrito de edificación tan regular como el Eixample. Con la disminución de los *hostels* localizados en partes de edificios, se observa una tendencia hacia *hostels* de mayor capacidad que concuerda con la reciente introducción del concepto de megahostel, de más de 1000 camas y vinculado con el sector privado, el cual apuntó el investigador Greg Richards (2016).

A partir de la clasificación de la muestra en las distintas categorías, el análisis permite confirmar una evolución en el tiempo con base en las formas de ocupación. El programa de

hostel en la ciudad ha pasado de localizarse en secciones de las edificaciones existentes a disponer de una edificación completa construida específicamente para su uso. Algunos autores atribuyen la aparición de *hostels* de tamaño reducido en edificaciones existentes a la inestabilidad del sector (Hory et al., 2017). En Barcelona su mayor proliferación tuvo lugar entre 2013 y 2015, que correspondió con una etapa en la que su popularidad favoreció su crecimiento en número. Debe tenerse en cuenta que el sector carecía entonces de suficiente desarrollo y consolidación como para que los *hostels* se establecieran en edificios completos.

Por otro lado, dado que los *hostels* presentan ciertas características en función de la etapa de la evolución en la que se encuentran, es posible establecer relaciones entre las variables analizadas. El caso más significativo es el del Eixample, pues recoge la mayor parte de los establecimientos de menos de 50 plazas y de los de ocupación parcial. Este aspecto resulta significativo, pues asocia un tipo concreto de *hostel* con un distrito y una etapa determinada de su desarrollo.

Así pues, puede determinarse que, a partir de la primera década del siglo XXI, los *hostels* en Barcelona se encuentran en una situación sustancialmente distinta a la de finales del siglo anterior: el perfil de sus usuarios ha cambiado, ha incrementado significativamente el número de alojamientos, están presentes en mayor número de distritos y los alojamientos tienden a constituir edificios completos con un elevado número de plazas. Los aspectos analizados ponen de manifiesto el impacto que puede llegar a tener la reciente implantación de este programa en la ciudad, tanto por la cantidad de personas que en ocasiones concentran sus edificios como por el carácter turístico de los usuarios.

CONCLUSIONES

A la luz de los resultados de la investigación, el análisis de la evolución de los 100 casos de estudio confirma que en las últimas décadas el alojamiento de *hostels* “presenta en la ciudad de Barcelona un crecimiento en número ininterrumpido, se expande hacia un mayor número de distritos, tiende a incluir mayor número de plazas, y a instalarse en edificios completos con mayores intervenciones” (De-Miguel-Pastor & Sentieri-Omarrementería, 2022, p. 193).

El artículo aporta conocimiento sobre el desarrollo del programa de *hostels* en las ciudades y evidencia las futuras tendencias. Este tipo de establecimiento ha pasado en menos de tres décadas de ser un programa inexistente

con poca repercusión en los núcleos urbanos a instalarse en edificios construidos expresamente para albergar *hostels*. La ocupación de edificios completos indica una profesionalización del sector, que se aproxima a los hoteles y se aleja de los hostales y pensiones.

El cambio en la regulación de los albergues juveniles en 2017 en Barcelona supone un antes y un después en el desarrollo de este tipo de alojamiento ya que la ocupación parcial de edificios es una de las características principales que diferencia a los primeros *hostels* urbanos de los más recientes. El hecho de que la mayoría de los albergues juveniles se encuentren en edificios existentes que han sido adaptados para este

nuevo uso abre oportunidades de recuperación de edificios en desuso. Además, la tendencia a incrementar el número de plazas y la obligación de destinar un edificio exclusivamente a este tipo de establecimiento subraya la necesidad de proyectar edificios con este programa y prestar una mayor atención a sus diseños.

La distribución de los *hostels* en la ciudad revela el carácter turístico de este tipo de alojamiento, ya que se concentran en los barrios más visitados y en los puntos de mayor atracción turística. Esto explica el escaso número de albergues juveniles en los distritos más alejados del centro urbano y la distribución desigual de este tipo de alojamiento dentro de cada distrito. Identificar las zonas con mayor concentración de plazas de *hostel* resulta imprescindible para poder controlar los procesos de gentrificación que afectan a determinadas áreas.

Además de la implantación de un nuevo tipo de alojamiento en la ciudad, el fenómeno del *hostel* es relevante desde la perspectiva de habitar, pues se basa en el alquiler de un mueble en lugar de una estancia. Si los *hostels* surgieron como consecuencia de cambios en el

modo de vida, su consolidación en las ciudades y la extensión de su uso pueden influir en las formas de alojamiento temporales y permanentes. El aumento de la popularidad de un programa de estas características, en el que el único espacio individual es una cama, lleva a reflexionar sobre la reducción del espacio mínimo habitable y la aceptación de formas de alojamiento con servicios domésticos colectivos y temporales. Esto podría servir como referencia en el diseño de viviendas para un tipo de usuario específico.

El estudio sobre la evolución de los *hostels* en Barcelona establece un punto de partida para nuevas vías de investigación que profundicen en la adecuación de la ciudad a este programa a través de la exploración de otras variables, como sus características espaciales o la relación del *hostel* con el espacio público. Asimismo, los datos presentados en la investigación pueden servir como base para comparar la regulación de los albergues juveniles de Barcelona con las de otras ciudades en las que el fenómeno también sea notable, con el objetivo de someterla a revisión para adaptarla a las nuevas circunstancias.

CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Este artículo deriva de una investigación llevada a cabo en la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) por el grupo de investigación Proyecto Arquitectura (PAR), en el marco de la investigación “De la cama a la ciudad. Aproximación al *hostel* urbano desde el ámbito privado. Barcelona como caso de estudio”. Este proyecto fue financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades del Gobierno de España a través de la Ayuda de Formación de Profesorado Universitario FPU16/01717. Asimismo, se inscribe dentro de la actividad investigadora del grupo Proyecto

Arquitectura (PAR) del Departamento de Proyectos Arquitectónicos de la Universitat Politècnica de València (UPV, España).

Los autores de este trabajo han realizado las siguientes contribuciones: María de Miguel: concepción y diseño, adquisición de datos, análisis e interpretación de datos, redacción artículo.

Carla Sentieri: concepción y diseño, interpretación de datos, revisión artículo, aprobación final de la versión a publicar

REFERENCIAS

- Abrantes, J., & Reis, J. (2021). A evolução dos hostels na cidade de Lisboa. *Revista Turismo & Desenvolvimento*, 36(2), 287-301. <https://doi.org/10.34624/rtd.v36i2.4615>
- Ajuntament de Barcelona. (2017). *Pla especial urbanístic per a l'ordenació dels establiments d'allotjament turístic, albergs de joventut, residències col·lectives d'allotjament temporal i habitatges d'ús turístic a la ciutat de Barcelona (PEUAT)*. Ajuntament de Barcelona. <http://hdl.handle.net/11703/101005>
- Álvarez Sousa, A. (2020). La percepción de los problemas del overtourism en Barcelona. *RECERCA. Revista De Pensament I Anàlisi*, 26(1), 59-92. <https://doi.org/10.6035/Recerca.2021.26.1.4>
- Barry, K. (2020). Momentarily immobile: Backpacking, farm work, and hostels in Bundaberg, Australia. *Geographical Research*, 59(1), 46-55. <https://doi.org/10.1111/1745-5871.12445>
- Chamizo-Nieto, F. J., Nebot-Gómez de Salazar, N., Rosa-Jiménez, C., & Reyes-Corredera, S. (2023). Touristification and conflicts of interest in cruise destinations: The case of main cultural tourism cities on the Spanish mediterranean coast. *Sustainability*, 15(8), 6403. <https://doi.org/10.3390/su15086403>
- Cocola-Gant, A. (2023). Place-based displacement: Touristification and neighborhood change. *Geoforum*, 138, 103665. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2022.103665>
- Crespi-Vallbona, M. (2021). La "metropolitanización" del turismo: el caso del Área Metropolitana de Barcelona. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, 53(209), 685-700. <https://doi.org/10.37230/CyTET.2021.209.05>
- Crespi-Vallbona, M., & Domínguez-Pérez, M. (2021). Las consecuencias de la turistificación en el centro de las grandes ciudades: el caso de Madrid y Barcelona. *Ciudad y territorio estudios territoriales*, 53(M), 61-82. <https://doi.org/10.37230/CyTET.2021.M21.04>
- de-la-Calle-Vaquero, M., García-Hernández, M., & Mendoza-de-Miguel, S. (2020). Urban planning regulations for tourism in the context of overtourism. Applications in historic centres. *Sustainability*, 13(1), 70. <https://doi.org/10.3390/su13010070>
- De-Miguel-Pastor, M., & Sentieri-Omarrementería, C. (2022). Hostels urbanos. Acampada en paisaje doméstico. Barcelona como caso de estudio. *VLC arquitectura*, 9(1), 189-218. <https://polipapers.upv.es/index.php/VLC/article/download/15069/15028/81572>
- De-Moura-Pavão-Farias, D., Valença, M. N., Sobral, M. F. F., & Bezerra-Ribeiro, A. R. (2022). Hostel-quality: A methodology for assessing the quality of hostels. *Tourism and Hospitality Research*, 0(0). <https://doi.org/10.1177/14673584221133668>
- Engelsmann, S., Peters, S., Dengler, C., & Streib, J. (2019). Youth hostel Bayreuth: Conceptually innovative and structurally. *Bautechnik*, 96(1), 48-57. <https://doi.org/10.1002/bate.201800085>
- Fundació Pere Tarrés. (2017). *Cronologia // Fundació Pere Tarrés*. Fundació Pere Tarrés. <https://www.peretarres.org/arxiu/fpt/60-aniversari-fundacio-peretarres.pdf>
- Gelbman, A. (2021). Tourist experience and innovative hospitality management in different cities. *Sustainability*, 13(12), 6578. <https://doi.org/10.3390/su13126578>
- Generalitat de Catalunya. (2019a). *Idescat. Anuari estadístic de Catalunya. Instal·lacions juvenils. Per tipus. Comarques i Aran. 2018*. Generalitat de Catalunya. <https://www.idescat.cat/indicadors/?id=aec&n=15789&t=201800>
- Generalitat de Catalunya. (2019b). *Xarxa Catalana d'Instal·lacions Juvenils*. Generalitat de Catalunya. https://jovecat.gencat.cat/ca/temes/vacances_i_estades/xarxa_catalana_instalacions_juvenils/
- Hannam, K., & Diekmann, A. (2010). Chapter 1. From backpacking to flashpacking: Developments in backpacker tourism research. En K. Hannam & A. Diekmann (Eds.), *Beyond Backpacker Tourism* (pp. 1-7). Multilingual Matters. <https://doi.org/10.21832/9781845411329-004>
- Hoolachan, J. (2022). Making home? Permitted and prohibited place-making in youth homeless accommodation. *Housing Studies*, 37(2), 212-231. <https://doi.org/10.1080/02673037.2020.1836329>

- Hory, G., Major, Z., Müllner, P., & Benko, M. (2017). Exploration of spatial design issues at backpacker hostels in Budapest's historic center: Informality, density, and adaptability. *Frontiers of Architectural Research*, 6(2), 157-168. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2017.02.005>
- Ibrahim, N. L. N. (2021). BACKHOME: Transformation of Old Shop Houses into a Contemporary Backpackers' Hostel with Better Indoor Environmental Quality. *Civil Engineering and Architecture*, 9(7), 2169-2177. <https://www.hrpub.org/download/20211030/CEA6-14824530.pdf>
- Jablonska, J., & Trocka-Leszczynska, E. (2020). Reconstruction with a change of function – ergonomics of the hotel environment. En J. Charytonowicz & C. Falcão (Eds.), *Advances in Human Factors in Architecture, Sustainable Urban Planning and Infrastructure* (pp. 34-44). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20151-7_4
- Jarvis, J., & Peel, V. (2010). Flashpacking in Fiji: Reframing the “global nomad” in a developing destination. En K. Hannam & A. Diekmann (Eds.), *Beyond Backpacker Tourism: Mobilities and Experiences* (pp. 21-39). Channel View. <https://research.monash.edu/en/publications/flashpacking-in-fiji-reframing-the-global-nomad-in-a-developing-d>
- Kumar, S., Mathur, A., Kukreja, R., & Bagha, A. K. (2022). Quantification of thermal environments and comfort expectations of residents in hostel dormitories during hot and humid days in Indian composite climate. *Advances in Building Energy Research*, 16(1), 1-35. <https://doi.org/10.1080/17512549.2020.1746928>
- Liberalesso, T., Mutevuie Júnior, R., Oliveira-Cruz, C., Matos-Silva, C., & Manso, M. (2020). Users' perceptions of green roofs and green walls: An analysis of youth hostels in Lisbon, Portugal. *Sustainability*, 12(23), 10136. <https://doi.org/10.3390/su122310136>
- Liberato, P., Nogueira, R., & Liberato, D. (2022). Perspectives of social sustainability in urban tourism. Comparative study between Porto and Barcelona. En A. Abreu, D. Liberato, & J. C. Garcia Ojeda (Eds.), *Advances in Tourism, Technology and Systems* (pp. 611-624). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-19-1040-1_51
- López-Gay, A., Cocola-Gant, A., & Russo, A. P. (2021). Urban tourism and population change: Gentrification in the age of mobilities. *Population, Space and Place*, 27(1), e2380. <https://doi.org/10.1002/psp.2380>
- Maimí i Pou, B. (2017). *Impacto económico de los albergues de juventud en Catalunya y su papel como dinamizador turístico* [Tesis doctoral]. Universitat Abat Oliba CEU. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/450857/Tbmp.pdf>
- Mansilla, J. A., & Milano, C. (2019). Becoming centre: Tourism placemaking and space production in two neighborhoods in Barcelona. *Tourism geographies*, 24(4-5), 599-620. <https://doi.org/10.1080/14616688.2019.1571097>
- Martín, D. (2018, 10 de diciembre). Informe 2018 de Cadenas de Hostels: El foco se aleja de Barcelona. *Alimarket*. <https://www.alimarket.es/hoteles/informe/288868/informe-2018-de-cadenas-de-hostels/noticias>
- Musa, G., & Thirumoorthi, T. (2011). Red Palm: Exploring service quality and servicescape of the best backpacker hostel in Asia. *Current Issues in Tourism*, 14(2), 103-120. <https://doi.org/10.1080/13683500903511125>
- Nagy, G. (2016). The evolution of privacy in German youth hostels. *Journal of hospitality and tourism management*, 29, 184-188. <https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2016.09.003>
- Nash, R., Thyne, M., & Davies, S. (2006). An investigation into customer satisfaction levels in the budget accommodation sector in Scotland: A case study of backpacker tourists and the Scottish Youth Hostels Association. *Tourism Management*, 27(3), 525-532. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2005.01.001>
- O'Regan, M. (2010). Chapter 6. Backpacker hostels: Place and performance. En K. Hannam & A. Diekmann (Eds.), *Beyond Backpacker Tourism* (pp. 85-101). Multilingual Matters. <https://doi.org/10.21832/9781845411329-009>
- O'Reilly, C. C. (2006). From drifter to gap year tourist. *Annals of Tourism Research*, 33(4), 998-1017. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2006.04.002>

- Oliveira-Brochado, A., & Gameiro, C. (2013). Toward a better understanding of backpackers' motivations. *Tékhne*, 11(2), 92-99. <https://doi.org/10.1016/j.tekhne.2013.11.001>
- Paris, C. (2010). Chapter 4. The virtualization of backpacker culture: Virtual mooring, sustained interactions and enhanced mobilities. En K. Hannam & A. Diekmann (Eds.), *Beyond Backpacker Tourism* (pp. 40-63). Multilingual Matters. <https://doi.org/10.21832/9781845411329-007>
- Paris, C. M. (2012). Flashpackers: An emerging sub-culture? *Annals of Tourism Research*, 39(2), 1094-1115. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2011.12.001>
- Pitanatri, P. D. S., & Pitana, I. G. (2019). What do we know about flashpacker? A review. *The 3rd Bali International Tourism Conference*, 23-33. https://www.balitourism.or.id/wp-content/uploads/2019/09/The_3rd_BITC_2019.pdf
- Porfido, E., Tomàs, M., & Marull, J. (2023). A new urban diagnostics approach for measuring touristification: The case of the Metropolitan Area of Barcelona. *Journal of Urban Management*, 12(3), 195-207. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2023.03.003>
- Ramos, S. P., & Mundet, L. (2021). Tourism-phobia in Barcelona: dismantling discursive strategies and power games in the construction of a sustainable tourist city. *Journal of Tourism and Cultural Change*, 19(1), 113-131. <https://doi.org/10.1080/14766825.2020.1752224>
- Red Española de Albergues Juveniles [REAJ]. (s. f.). *Alberg Barcelona Xanascot Hostel—REAJ*. REAJ. <https://reaj.com/albergues/mare-de-deu-de-montserrat/>
- Revell, K. D. (2020). Luxury Hotels and Urban Hostels: Carl Fisher, Resort Architecture, and the Contrasting Worlds of Miami Beach's Pre-Depression-Era Lodging. *Journal of the Society of Architectural Historians*, 79(1), 39-60. <https://doi.org/10.1525/jsah.2020.79.1.39>
- Richards, G. (2016). Hostels and the making of new urban spaces. En A. Russo & G. Richards (Eds.), *Reinventing the local in tourism: Producing, consuming and negotiating place* (pp. 171-184). Channel View.
- Romão, J., Domènech, A., & Nijkamp, P. (2023). Tourism in common: Policy flows and participatory management in the Tourism Council of Barcelona. *Urban Research & Practice*, 16(2), 222-245. <https://doi.org/10.1080/17535069.2021.2001039>
- Russo, A. P., Soro, E., & Scarnato, A. (2022). Is another tourism possible? Shifting discourses in Barcelonas tourism politics. En J. Van Der Borg (Ed.), *A Research Agenda for Urban Tourism* (pp. 257-279). Edward Elgar. <https://doi.org/10.4337/9781789907407.00021>
- Sánchez, M., & López-de-Ávila, A. (2010). *El movimiento alberguista: el placer de compartir: estudio comparado de la legislación vigente en materia de albergues de España y recomendaciones para la Comunidad de Madrid*. IE Business School.
- Sánchez-Aguilera, D., & González-Pérez, J. M. (2021). Geographies of gentrification in Barcelona. Tourism as a driver of social change. En J. Dominguez-Mujica, J. McGarrigle, & J. M. Parreño-Castellano (Eds.), *International Residential Mobilities* (pp. 243-268). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77466-0_13
- Timothy, D., & Teye, V. (2009). Youth hostels and backpacker accommodation. En D. Timothy & V. Teye (Eds.), *Tourism and the Lodging Sector* (pp. 213-226). Routledge.
- Veríssimo, M., & Costa, C. (2018a). Do hostels play a role in pleasing Millennial travellers? The Portuguese case. *Journal of Tourism Futures*, 4(1), 57-68. <https://doi.org/10.1108/JTF-12-2017-0054>
- Veríssimo, M., & Costa, C. (2018b). Understanding the new backpackers: A literature review. *Revista Turismo & Desenvolvimento*, 29, 7-19. <https://proa.ua.pt/index.php/rtd/article/download/880/718>
- Wilson, J., & Richards, G. (2008). Suspending reality: An exploration of enclaves and the backpacker experience. *Current Issues in Tourism*, 11(2), 187-202. <https://doi.org/10.2167/cit371.0>



TEXTOS

The Letter Rack

Received: September 5th / 2023 • Evaluated: September 6th / 2023 • Accepted: September 22nd / 2023

Stefano Corbo^{*}
Delft University of Technology (The Netherlands)
Faculty of Architecture and the Built Environment

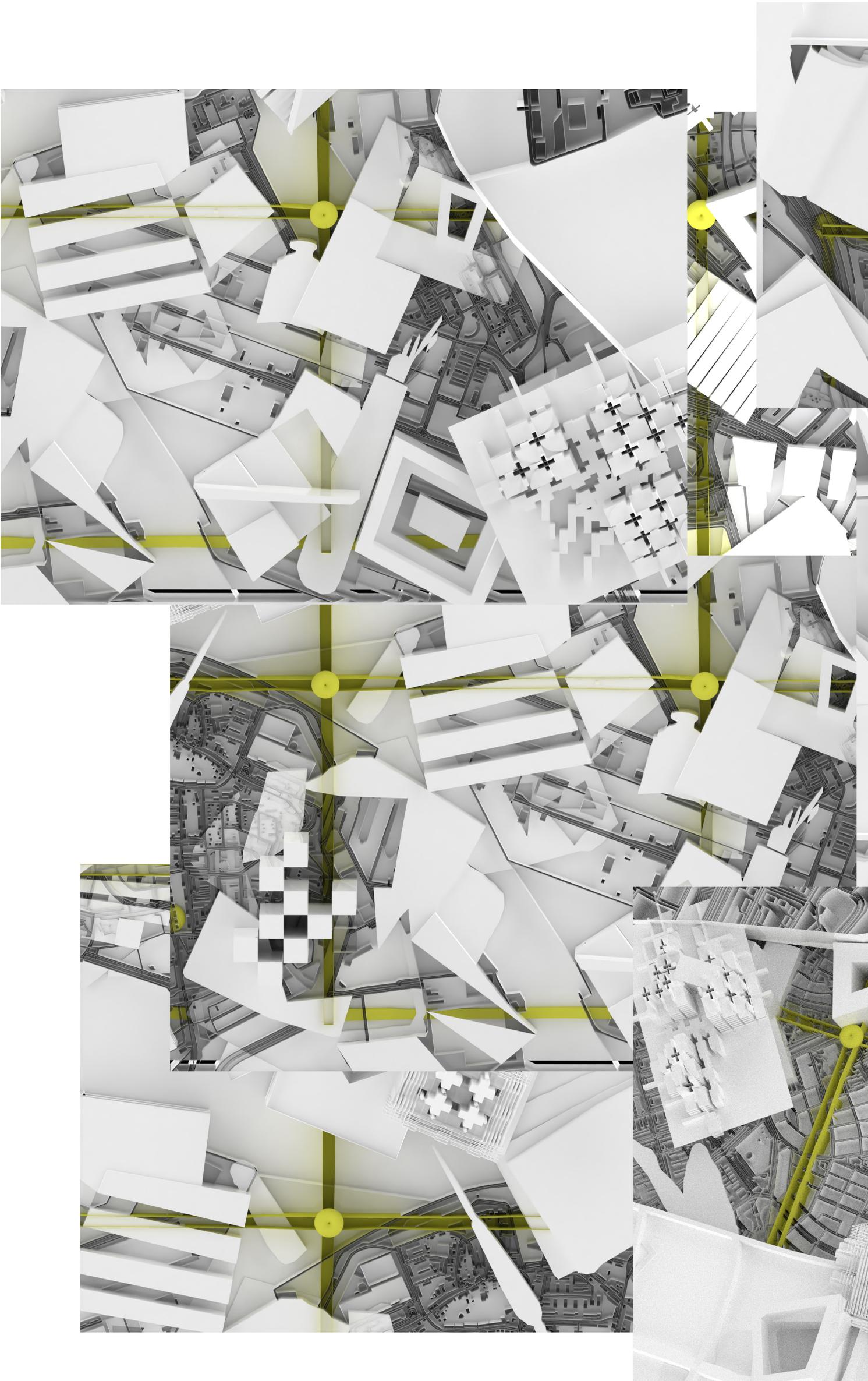
HOW TO CITE

Corbo, S. (2024). The Letter Rack. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(1), 221-235. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.5499>

“The Letter Rack” is a speculative exercise in exploring the emergence of new spatial relationships when we stop thinking of future cities in terms of figure/ground duality and instead start looking at them as a continuous assemblage of forms and signs.

This form of digital divertissement in drawings originates from the reinterpretation of the so-called “trompe l’oeil,” a pictorial genre used for centuries to depict illusionistic scenes that give spectators the impression that they are facing real, three-dimensional objects. More specifically, “The Letter Rack” refers to the 1668 “trompe l’oeil” by Cornelis Norbertus Gijsbrechts, which represents a board partition populated by envelopes, objects, and a music book. “The Letter Rack” borrows the spatial organization of Gijsbrechts’ painting and, in general, some of the ingredients common to the tradition of “trompe l’oeil”, such as the use of metaphor, allegory, or symbolism, to reverse their meaning. It turns realistic representations into a hypothetical scenario in which building types and urban spaces meet, collide, and fuse in novel configurations. In other words, “The Letter Rack” is an inverted digital trompe l’oeil.

^{*} Phd. Architecture and the Built Environment, Space & Type. Delft University of Technology, The Netherlands
<https://orcid.org/0000-0002-4541-3410>
s.corbo@tudelft.nl

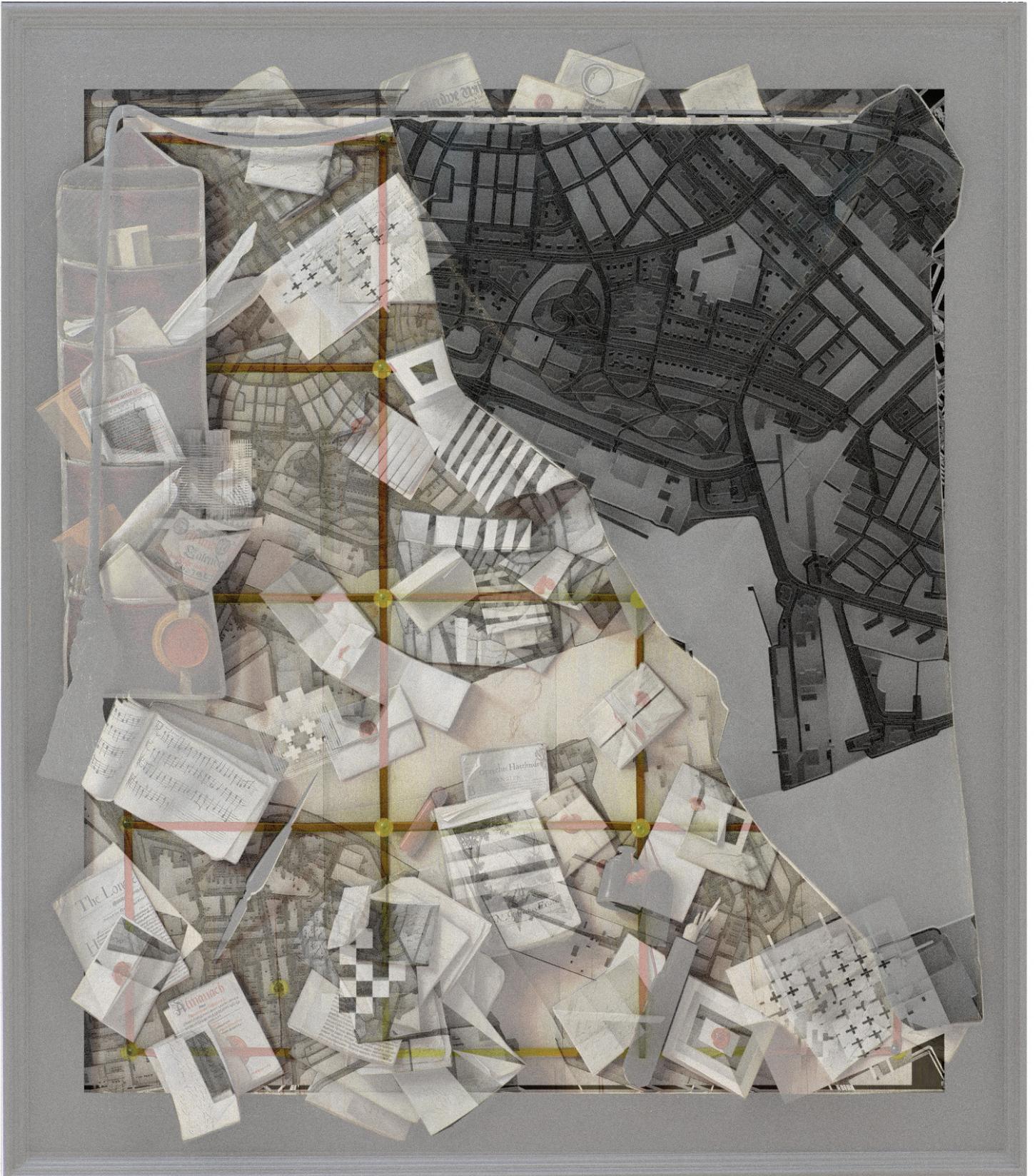




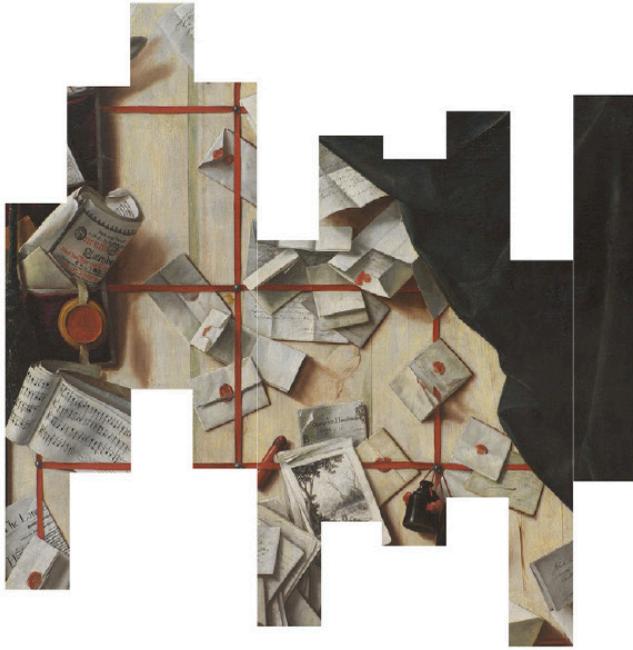
If the reference to “trompe l’oeil” constitutes a latent and invisible matrix—the starting point of three-dimensional explorations—what “The Letter Rack” describes is a collapsed, abandoned cityscape, a composite sequence of architectural entities shaped by specific compositional devices: nine-square grids, modular structures, typical office plans, and inhabitable walls. Their chaotic disposition is counterbalanced by the presence of the rack, a Cartesian system of linear elements that acts as the only ordering element within this entangled composition, allowing the recognition of patterns of analogy and difference. The architectural singularities depicted in “The Letter Rack” arise from the magmatic surface of the city but, at the same time, collapse into it until they disappear.

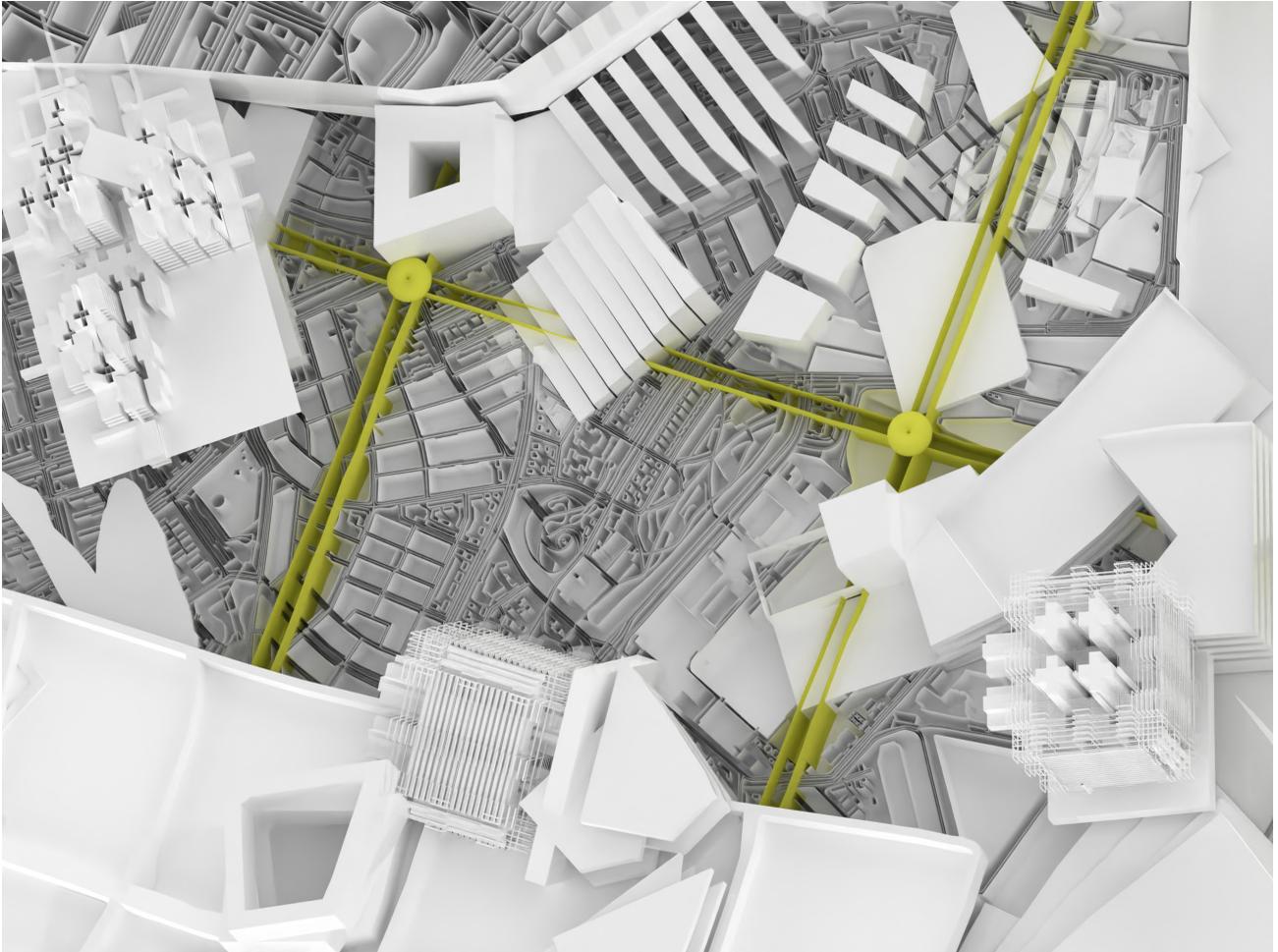
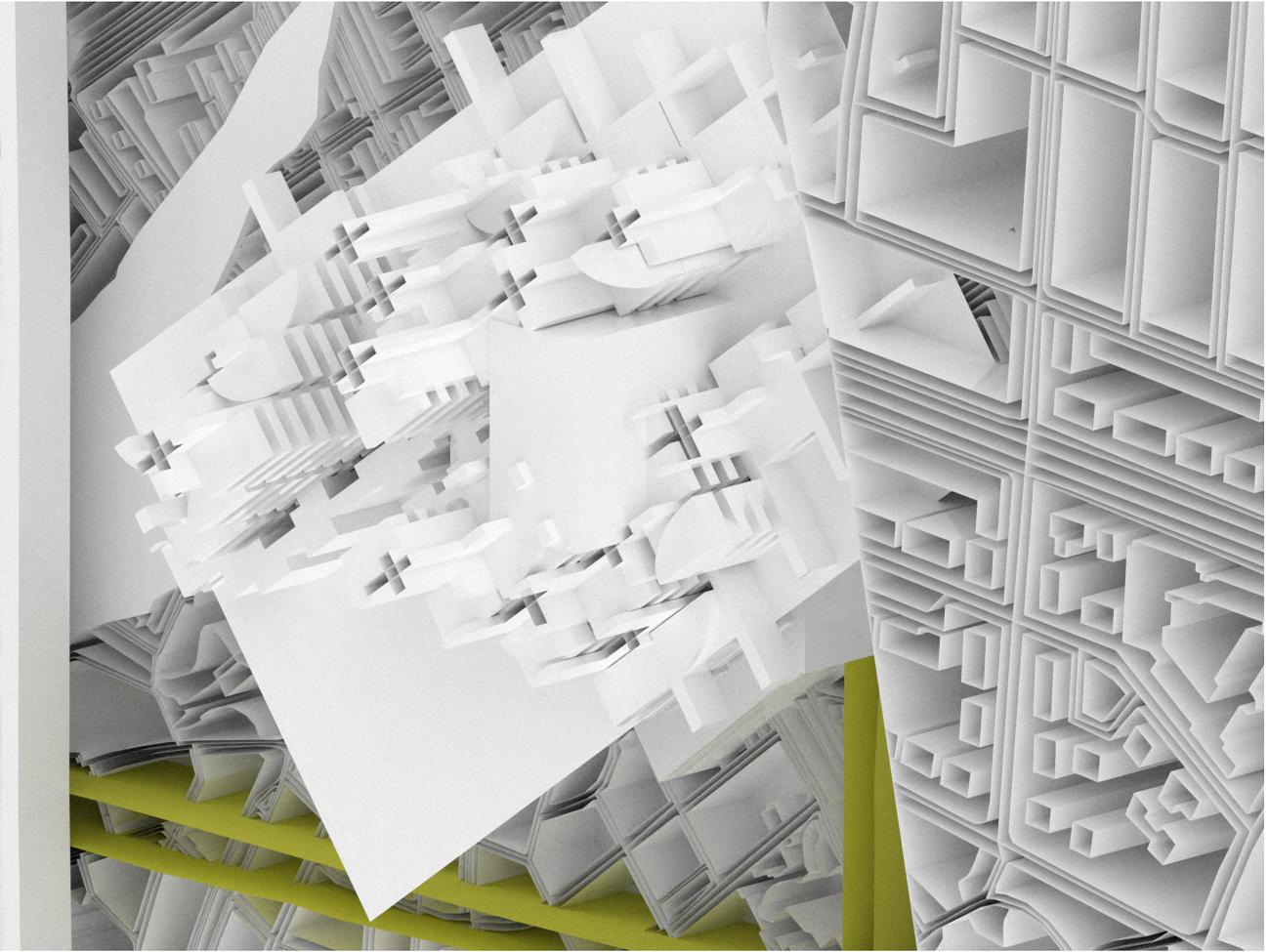
In the interplay between forms and topological space, “The Letter Rack” is an ironic attempt to represent the past and the future, the figurative and the abstract, in one image. In its candor, however, “The Letter Rack” highlights some of the issues intrinsic to the current discourse on digital and post-digital culture; it speaks to the constant tension between the smooth and the rough, the assemblage and the fusion, the collage and the morphing.

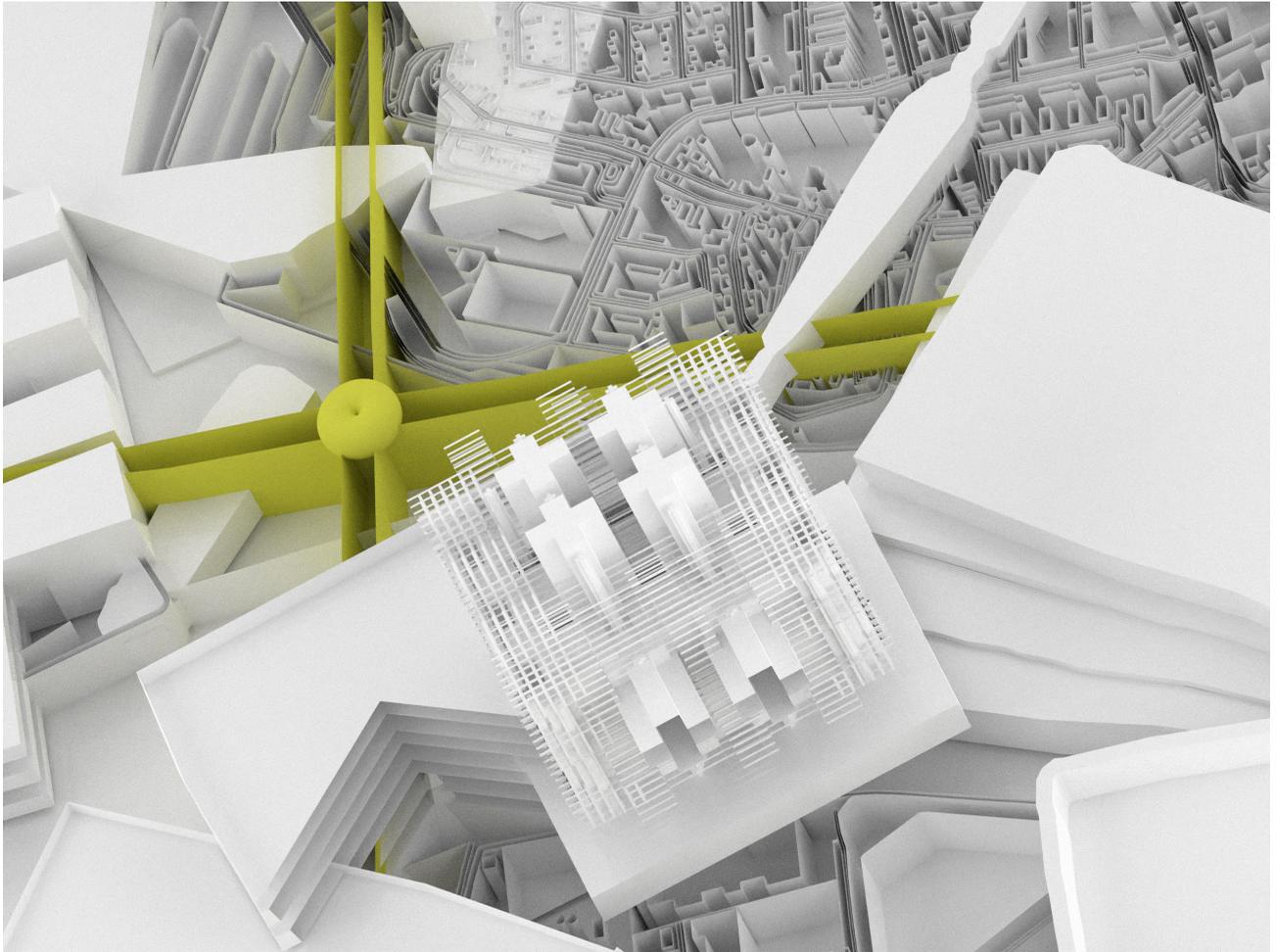


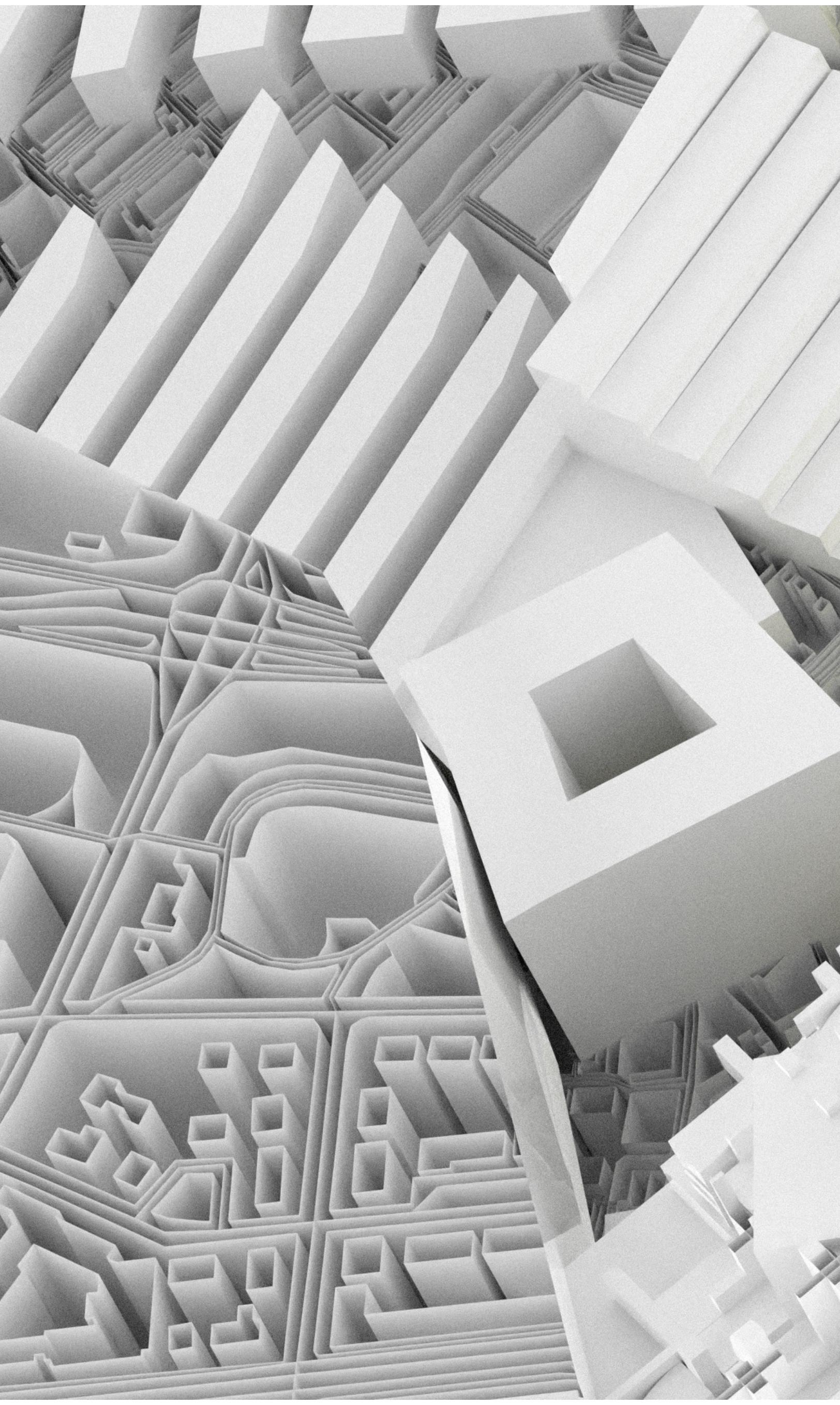


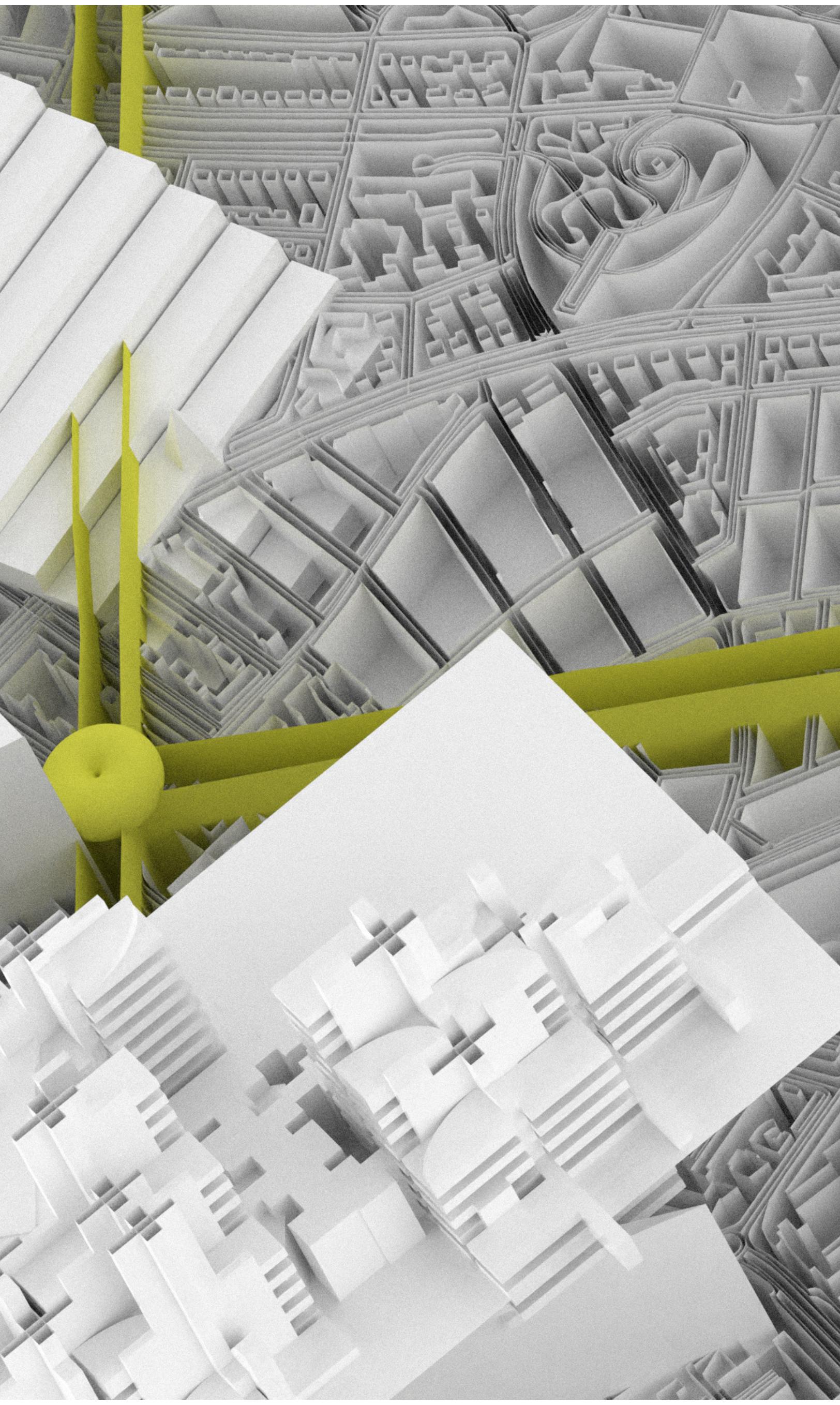


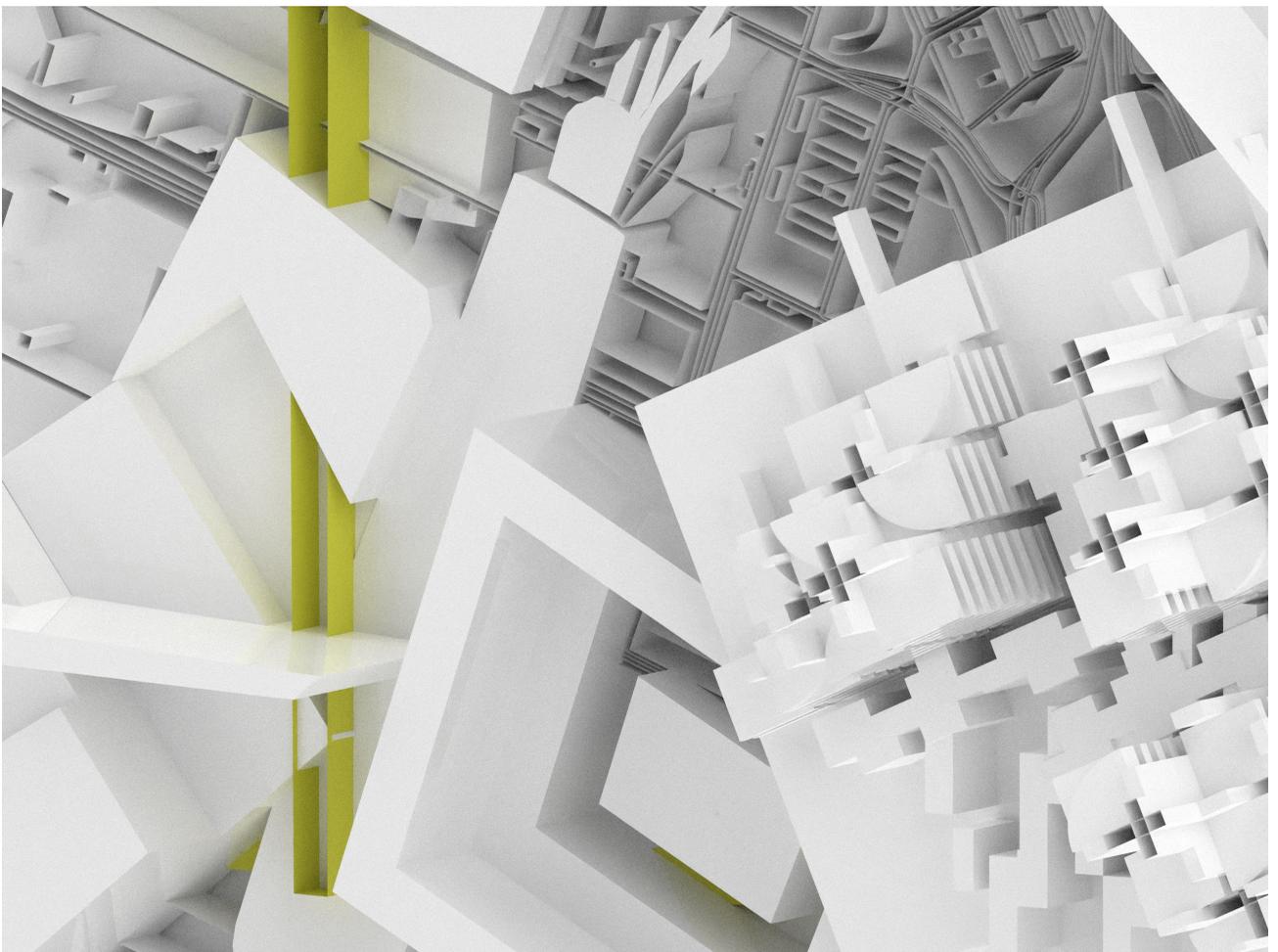
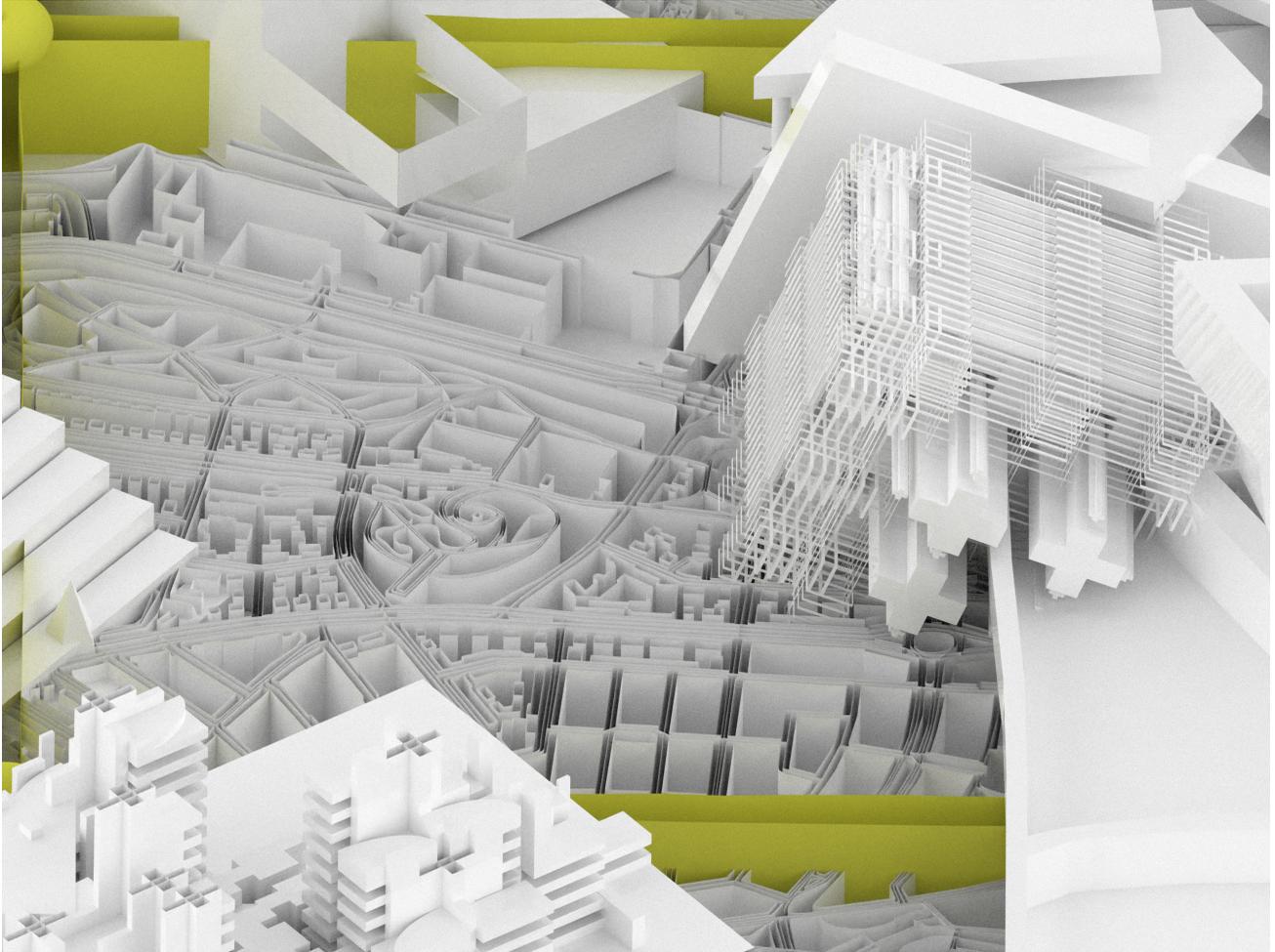






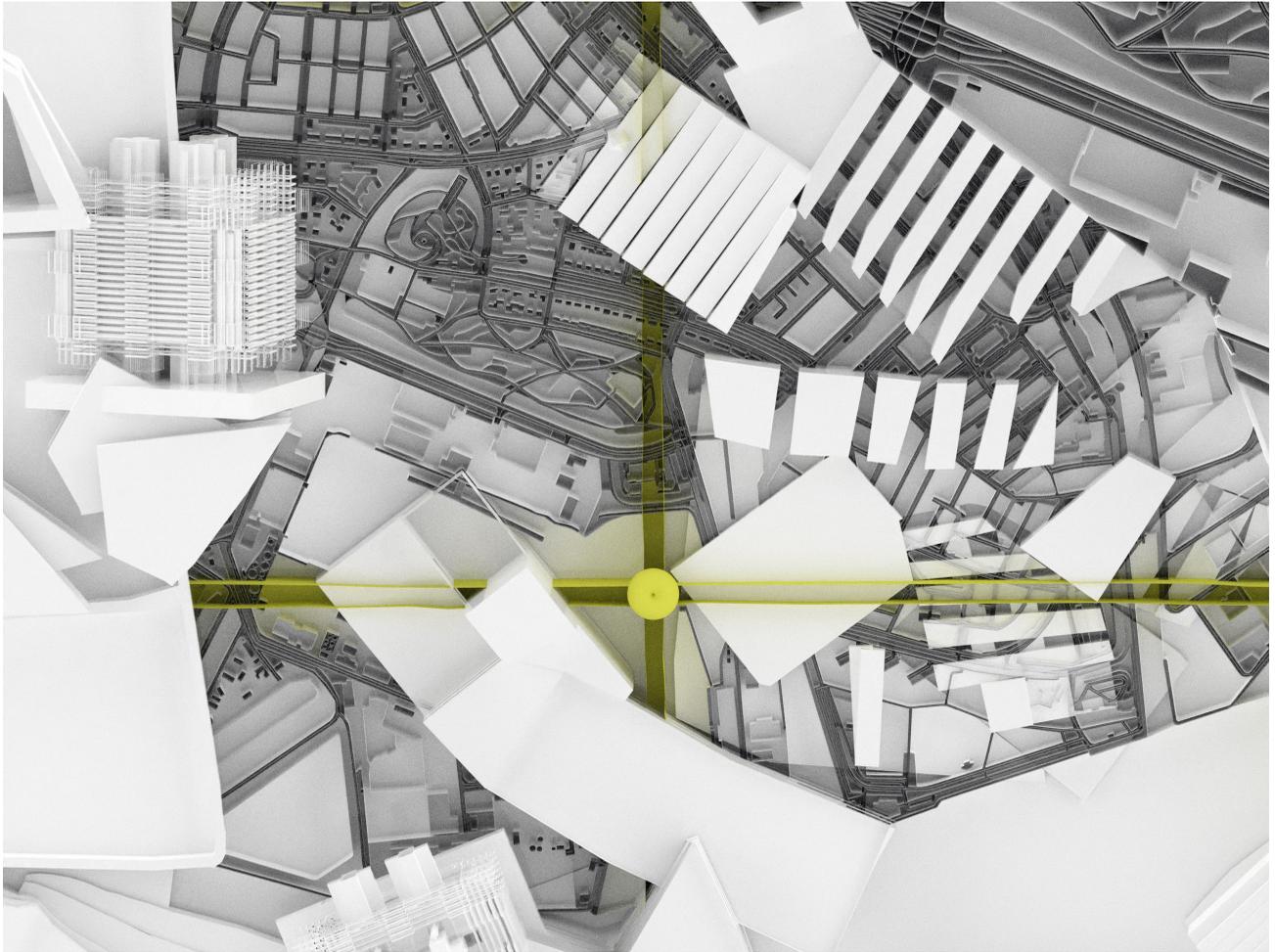












CONTACTO

Dirección postal

Avenida Caracas N° 46-72
Universidad Católica de Colombia
Bogotá D. C., (Colombia)
Código postal: 111311

Facultad de Diseño

Centro de Investigaciones (CIFAR)
Sede El Claustro, Bloque "L", 4 piso
Diag. 46A No. 15b-10
Editora: Anna Maria Cereghino-Fedrico

Teléfonos

+57 (601) 327 73 00 – 327 73 33
Ext. 3109; 3112 o 5146
Fax: +57 (601) 285 88 95

Correo electrónico

revistadearquitectura@ucatolica.edu.co
cifar@ucatolica.edu.co

Página WEB

www.ucatolica.edu.co

Vínculo revistas científicas

<http://publicaciones.ucatolica.edu.co/revistas-cientificas>
<https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/>



Impresión

Xpress Estudio Gráfico y Digital S.A.S.
Bogotá D. C., Colombia
abril de 2024

Especificaciones

Formato: 34 x 24 cm
Papel: Mate 115 g
Tintas: Policromía

Reflexiones en torno a la enseñanza de la arquitectura y el urbanismo en Colombia. Conversaciones con Lorenzo Fonseca Martínez, Carlos Niño Murcia y Fernando Viviescas Monsalve

Reflections on the teaching of architecture and urban planning in Colombia. Conversations with Lorenzo Fonseca Martínez, Carlos Niño Murcia and Fernando Viviescas Monsalve
Andrés Ávila-Gómez · David Vélez Santamaría

Historia y evolución del entramado urbano en la época colonial, republicana y moderna en Ibagué

History and evolution of the urban framework in colonial, republican and modern times in Ibagué
Néstor Andrés Guarnizo-Sánchez · Sandy Angelina Mosquera-Muñoz

Tejas de caucho y plástico reciclado: análisis de sus propiedades optotérmicas

Recycled rubber and plastic roof tiles: analysis of their optothermal properties
María Paz Sánchez-Amono · Halimi Sulaiman · Rosana Gaggino

El HEnSA20 y su contexto: una mirada al programa nacional francés de investigación sobre la historia de la enseñanza de la arquitectura durante el siglo XX

The HEnSA20 and its context: a look at the French national research program on the history of architectural education during the 20th century
Andrés Ávila-Gómez

Investigando a influência das variáveis arquitetônicas na iluminação natural do poço de luz residencial

Investigating the influence of architectural variables on the daylighting of a residential light well
João Pedro de Melo Souza · Klaus Chaves Alberto · Sabrina Andrade Barbosa

Del interés sustentable al regenerativo: consideraciones a partir de proyectos premiados de vivienda multifamiliar

From sustainable to regenerative interest: considerations from award-winning multifamily housing projects
Oriana Yenahi Andrade-Serrano · Polyanna Omena Costa Santos · Ricardo Victor Rodrigues Barbosa · Gabriel Castañeda-Nolasco

De la "Quesana" tradicional a un sistema modular de paneles aislantes de Totorá

From the traditional "quesana" to a modular system of reed insulation panels
Gloria Cecilia Jiménez-Dianderas · Teresa del Pilar Montoya Robles · Silvana Loayza León

Del binde al fogón industrial: arquitectura doméstica de comunidades afrodescendientes del Caribe colombiano

From Binde to industrial fire, Domestic architecture of Afro-descendant communities in the Colombian Caribbean
Hernán Darío Cañola

Impacto de las propiedades superficiales de una cubierta sobre el desempeño térmico interior. Análisis descriptivo sobre un local comercial de gran superficie en tres ciudades colombianas

Effect of roof surface characteristics on interior thermal performance
Julio César Rincón-Martínez
Juan-Esteban Tabares · Lucas Arango-Díaz

Desempenho da luz natural em edifícios de escritórios brasileiros

Daylight performance in Brazilian office buildings
Felipe de Almeida Carpanedo · Érica Coelho Pagel · Ricardo Nacari Maioli

Hacia el edificio de camas: análisis de la evolución de los hostels urbanos de Barcelona

Towards the bed building: analysis of the evolution of urban hostels in Barcelona
María De-Miguel-Pastor · Carla Sentieri-Omarrementería

The Letter Rack

Stefano Corbo



ARLA
Asociación de Revistas Latinoamericanas de Arquitectura
Universidad del Bío Bío (Chile)



ProQuest
Databases, eBooks and Technology for Research
Estados Unidos



CLASE
Ciencias Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades
Universidad Nacional Autónoma de México



Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Universidad Autónoma del Estado de México



Publindex
Categoría B
Índice Bibliográfico Nacional
Colombia - Colombia



ESCI
Emerging Sources Citation Index
Artes y Letras
Estados Unidos



DOAJ
Directory of Open Access Journals
Universidad de Lund - Suecia



Google Scholar
ISSN: 1657-0308
E-ISSN: 2557-606X
DOI: 10.14718/RevArq



SciELO
SciELO Colombia
Revista de Arquitectura
Colombia - Colombia



REDIB
Red Iberoamericana de Información y Conocimiento Científico
España



EBSCO
Fuente Académica Plus
Art & Architecture Source
Estados Unidos



Rev-Sapiens
Ranking de las mejores revistas científicas de América Latina y el Caribe
Categoría D09
Sapiens Research Group
SRJ - Q1 - 7.78 (2017)



LATINDEX (catálogo)
Sistema de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)



Dialnet
Sistema de Información de revistas publicadas en castellano
Universidad de La Rioja (España)



LatinREV
Red Latinoamericana de Revistas Académicas en Ciencias Sociales y Humanidades
FLACSO Argentina



MIAR
México for the Analysis of Journals
Universidad de Sonora

@REVARQUCATOLICA

REVISTA DE ARQUITECTURA (BOGOTÁ) UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA

HTTPS://WWW.MENDELEY.COM/PROFILES/REVISTA-DE-ARQUITECTURA-BOGOT/