

REVISTA DE

VOL. 26 No. 2

# ARQUITECTURA

(Bogotá)

JULIO-DICIEMBRE 2024 • ISSN: 1657-0308 • E-ISSN: 2357-626X • PP. 1-272



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia

Vigilada Mineducación

# CONTENIDO

- 5 P. **ES** **Las conexiones interdisciplinarias en la investigación arquitectónica y urbana: un análisis de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)***  
Interdisciplinary Connections in Architectural and Urban Research: an Analysis of the *Revista de Arquitectura (Bogotá)*  
**Anna María Cereghino-Fedrigo**
- 29 P. **ES** **Bosques y desarrollo urbano sostenible en Guayaquil Metropolitano: un análisis multiescalar y comparativo**  
Forests and Sustainable Urban Development in Metropolitan Guayaquil: a Multi-scalar and Comparative Analysis  
**Alina Delgado-Bohórquez • Carmen Ávila-Beneras • Katya Lorena Vasco-Palacios**
- 53 P. **ES** **La importancia de los aplicativos móviles para aprender sobre arquitectura bioclimática en la academia**  
The Importance of Mobile Applications for Learning About Bioclimatic Architecture in Academia  
**Hernando Gutiérrez-Rodríguez**
- 75 P. **ES** **Evaluación de estrategias de enverdecimiento vertical en clima árido: el caso de las fachadas verdes**  
Evaluation of Vertical Greening Strategies in Arid Climates: the Case of Green Facades  
**Pablo Abel Suárez-Gómez • María Alicia Cantón-Ivanissevich • Érica Norma Correa-Cantaloube**
- 91 P. **ES** **Complejidad y depuración morfológica en experiencias docentes desde la modelación prearquitectural: eterno retorno de las formas puras**  
Complexity and Morphological Refinement in Teaching Experiences through Pre-Architectural Modeling: eternal Return of Pure Forms  
**Ómar Cañete-Islas**
- 109 P. **PR** **Análise entre percepção de risco de desastres naturais com a satisfação do usuário no contexto residencial**  
Analysis of Natural Disaster Risk Perception and User Satisfaction in Residential Context  
**Iolanda Geronimo Del-Roio • Beatrice Lorenz-Fontolan • Aline Ramos-Esperidião • Alfredo Iarozinski-Neto**
- 123 P. **ES** **Resiliencia urbana y modelos cartográficos de prevención ante riesgo de deslizamientos de tierra, Ciudad de México**  
Urban Resilience and Cartographic Models for Landslide Risk Prevention, Mexico City  
**Óscar Daniel Rivera-González**

- 135 P.** **ES** **Método constructivo para una arquitectura vernácula en La Yerbabuena, Jalisco, México**  
Construction Method for a Vernacular Architecture in La Yerbabuena, Jalisco, Mexico  
**Alma-Alicia Robles-Ponce • Francisco José Martín del Campo-Saray • José Francisco Armendáriz-López**
- 151 P.** **ES** **Estimación del confort térmico en espacios exteriores: evaluación del periodo frío en Ensenada, Baja California**  
Calculation of Thermal Comfort in Outdoor Spaces: evaluation of the Cold Season in Ensenada, Baja California  
**Elizabeth Martínez-Bermúdez • Julio César Rincón-Martínez**
- 167 P.** **EN** **Bibliometric Analysis of the Relationship between Stress and the Built Environment (1993-2023)**  
Análisis bibliométrico de la relación entre el estrés y el entorno construido (1993-2023)  
**Ayşe Şahiner-Tufan • Reyhan Midilli-Sarı**
- 189 P.** **ES** **Propuesta metodológica para la identificación de potenciales corredores verdes urbanos. Estudio de caso: Temuco, Chile**  
Methodological Proposal for the Identification of Potential Urban Green Corridors. Case study: Temuco, Chile  
**Roberto Moreno • Ángel Lora-González • Carmen Galán • Ricardo Zamora-Díaz**
- 205 P.** **ES** **Tras la recuperación de la quebrada Machángara en Quito**  
After the Recovery of the Machángara Stream in Quito  
**Matheo Vallejo • M. Lenin Lara-Calderón**
- 219 P.** **ES** **Metodología para valoración del patrimonio construido: una mirada desde la relación sol-edificio. Caso de estudio: Universidad del Valle**  
Methodology for the Assessment of Built Heritage: a View from the Sun-Building Relationship. Case Study: Universidad del Valle  
**Walter Giraldo-Castañeda • Alejandro Guerrero-Torrenegra • Andrés Felipe De Los Ríos-Arce**
- 235 P.** **ES** **(Re)construcción arquitectónica del conjunto religioso de La Cruz de Zacate de Tepic: encrucijada de influencias**  
Architectural (Re)construction of the Religious Complex of La Cruz de Zacate in Tepic: a Crossroads of Influences  
**Raymundo Ramos-Delgado • Carlos E. Flores-Rodríguez**
- 255 P.** **ES** **Metodologías participativas en arquitectura: las propuestas pioneras de Turner, Habraken y Alexander**  
Participatory Methodologies in Architecture: pioneering Proposals by Turner, Habraken and Alexander  
**Juan Santiago Palero**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia  
Vigilada Mineducación

**Facultad de Diseño**  
**Centro de Investigaciones - CIFAR**

Universidad Católica de Colombia  
(2024, julio-diciembre). *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(2), 1-272. 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:

Título de la imagen:

**MEMORIA DE APÓSTOLES**

Autor:

LUIS ALBERTO MARTÍNEZ CAMACHO 

**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>

**Editores Académicos**

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

Universidad Católica de Colombia

**Apoyo editorial**

María Paula Méndez P.

Universidad Católica de Colombia

**Coordinador editorial**

John Fredy Guzmán

Universidad Católica de Colombia

**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 Pérpolis 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: (60 1 )3277300 Ext. 5145

editorial@ucatolica.edu.co

www.ucatolica.edu.co

http://publicaciones.ucatolica.edu.co/





**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia  
Vigilada Mineducación

**Facultad de Diseño**  
**Centro de Investigaciones - CIFAR**

Universidad Católica de Colombia  
(2024, julio-diciembre). *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(2), 1-274. 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:

Título de la imagen:

**MEMORIA DE APÓSTOLES**

Autor:

LUIS ALBERTO MARTÍNEZ CAMACHO 

**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>

**Editores Académicos**

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

Universidad Católica de Colombia

**Apoyo editorial**

María Paula Méndez P.

Universidad Católica de Colombia

**Coordinador editorial**

John Fredy Guzmán

Universidad Católica de Colombia

**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 Pérpolis 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: (60 1 )3277300 Ext. 5145  
editorial@ucatolica.edu.co  
www.ucatolica.edu.co



<http://publicaciones.ucatolica.edu.co/>

# CONTENIDO

- 5 P. **ES** **Las conexiones interdisciplinarias en la investigación arquitectónica y urbana: un análisis de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)***  
Interdisciplinary Connections in Architectural and Urban Research: an Analysis of the *Revista de Arquitectura (Bogotá)*  
**Anna María Cereghino-Fedrigo**
- 29 P. **ES** **Bosques y desarrollo urbano sostenible en Guayaquil Metropolitano: un análisis multiescalar y comparativo**  
Forests and Sustainable Urban Development in Metropolitan Guayaquil: a Multi-scalar and Comparative Analysis  
**Alina Delgado-Bohórquez • Carmen Ávila-Beneras • Katya Lorena Vasco-Palacios**
- 53 P. **ES** **La importancia de los aplicativos móviles para aprender sobre arquitectura bioclimática en la academia**  
The Importance of Mobile Applications for Learning About Bioclimatic Architecture in Academia  
**Hernando Gutiérrez-Rodríguez**
- 75 P. **ES** **Evaluación de estrategias de enverdecimiento vertical en clima árido: el caso de las fachadas verdes**  
Evaluation of Vertical Greening Strategies in Arid Climates: the Case of Green Facades  
**Pablo Abel Suárez-Gómez • María Alicia Cantón-Ivanissevich • Érica Norma Correa-Cantaloube**
- 91 P. **ES** **Complejidad y depuración morfológica en experiencias docentes desde la modelación prearquitectural: eterno retorno de las formas puras**  
Complexity and Morphological Refinement in Teaching Experiences through Pre-Architectural Modeling: eternal Return of Pure Forms  
**Ómar Cañete-Islas**
- 109 P. **PR** **Análise entre percepção de risco de desastres naturais com a satisfação do usuário no contexto residencial**  
Analysis of Natural Disaster Risk Perception and User Satisfaction in Residential Context  
**Iolanda Geronimo Del-Roio • Beatrice Lorenz-Fontolan • Aline Ramos-Esperidião • Alfredo Iarozinski-Neto**
- 123 P. **ES** **Resiliencia urbana y modelos cartográficos de prevención ante riesgo de deslizamientos de tierra, Ciudad de México**  
Urban Resilience and Cartographic Models for Landslide Risk Prevention, Mexico City  
**Óscar Daniel Rivera-González**

- 135 P.** **ES** **Método constructivo para una arquitectura vernácula en La Yerbabuena, Jalisco, México**  
Construction Method for a Vernacular Architecture in La Yerbabuena, Jalisco, Mexico  
**Alma-Alicia Robles-Ponce • Francisco José Martín del Campo-Saray • José Francisco Armendáriz-López**
- 151 P.** **ES** **Estimación del confort térmico en espacios exteriores: evaluación del periodo frío en Ensenada, Baja California**  
Calculation of Thermal Comfort in Outdoor Spaces: evaluation of the Cold Season in Ensenada, Baja California  
**Elizabeth Martínez-Bermúdez • Julio César Rincón-Martínez**
- 167 P.** **EN** **Bibliometric Analysis of the Relationship between Stress and the Built Environment (1993-2023)**  
Análisis bibliométrico de la relación entre el estrés y el entorno construido (1993-2023)  
**Ayşe Şahiner-Tufan • Reyhan Midilli-Sarı**
- 189 P.** **ES** **Propuesta metodológica para la identificación de potenciales corredores verdes urbanos. Estudio de caso: Temuco, Chile**  
Methodological Proposal for the Identification of Potential Urban Green Corridors. Case study: Temuco, Chile  
**Roberto Moreno • Ángel Lora-González • Carmen Galán • Ricardo Zamora-Díaz**
- 205 P.** **ES** **Tras la recuperación de la quebrada Machángara en Quito**  
After the Recovery of the Machángara Stream in Quito  
**Matheo Vallejo • M. Lenin Lara-Calderón**
- 219 P.** **ES** **Metodología para valoración del patrimonio construido: una mirada desde la relación sol-edificio. Caso de estudio: Universidad del Valle**  
Methodology for the Assessment of Built Heritage: a View from the Sun-Building Relationship. Case Study: Universidad del Valle  
**Walter Giraldo-Castañeda • Alejandro Guerrero-Torrenegra • Andrés Felipe De Los Ríos-Arce**
- 235 P.** **ES** **(Re)construcción arquitectónica del conjunto religioso de La Cruz de Zacate de Tepic: encrucijada de influencias**  
Architectural (Re)construction of the Religious Complex of La Cruz de Zacate in Tepic: a Crossroads of Influences  
**Raymundo Ramos-Delgado • Carlos E. Flores-Rodríguez**
- 255 P.** **ES** **Metodologías participativas en arquitectura: las propuestas pioneras de Turner, Habraken y Alexander**  
Participatory Methodologies in Architecture: pioneering Proposals by Turner, Habraken and Alexander  
**Juan Santiago Palero**



**CON** TEXTOS

# Las conexiones interdisciplinarias en la investigación arquitectónica y urbana: un análisis de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*

## Interdisciplinary Connections in Architectural and Urban Research: An Analysis of the *Revista de Arquitectura (Bogotá)*

Recibido: abril 22 / 2024 • Evaluado: mayo 26 / 2024 • Aceptado: junio 1 / 2024

### CÓMO CITAR

Cereghino-Fedrigo, A. M. (2024). Las conexiones interdisciplinarias en la investigación arquitectónica y urbana: un análisis de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(2), 5-26. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.6001>

Anna María Cereghino-Fedrigo\*  
Universidad Católica de Colombia (Colombia)  
Facultad de Diseño, Programa de Arquitectura  
Centro de Investigaciones CIFAR

### RESUMEN

En este estudio se analizan las conexiones interdisciplinarias en la investigación arquitectónica a través de un estudio de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* entre 2018 y 2023. A pesar de los avances en la investigación arquitectónica, la necesidad de adoptar un enfoque interdisciplinario es evidente para abordar de manera integral los desafíos contemporáneos en arquitectura y ampliar su relevancia en la disciplina. La metodología empleada es cualitativa y longitudinal, incluyendo revisión bibliográfica, análisis de metadatos de la revista y encuestas a autores y pares evaluadores. Los resultados muestran una creciente tendencia hacia la investigación interdisciplinaria en arquitectura, evidenciando un interés en explorar nuevas fronteras de conocimiento y abordar problemas complejos desde múltiples perspectivas. Evidencia las oportunidades futuras en la investigación en arquitectura, proporcionando una base sólida para futuros desarrollos y colaboraciones interdisciplinarias. Se observa la importancia de fomentar la colaboración entre disciplinas para enfrentar los desafíos actuales en arquitectura, promoviendo la generación de nuevo conocimiento y un diálogo enriquecedor entre áreas de estudio.

### Palabras clave:

cooperación científica; ciencia abierta; construcción del conocimiento; innovación; innovación científica; investigación arquitectónica

## ABSTRACT

This study analyses interdisciplinary connections in architectural research through an examination of the *Revista de Arquitectura (Bogotá)* between 2018 and 2023. Despite advances in architectural research, the need to adopt an interdisciplinary approach is evident to comprehensively address contemporary challenges in architecture and enhance its relevance in the discipline. The methodology employed is qualitative and longitudinal, including literature review, analysis of journal metadata, and surveys of authors and peer reviewers. The results reveal a growing trend towards interdisciplinary research in architecture, demonstrating an interest in exploring new frontiers of knowledge and addressing complex problems from multiple perspectives. The study highlights future opportunities in interdisciplinary research in architecture, providing a solid basis for future interdisciplinary developments and collaborations. It underscores the importance of fostering collaboration between disciplines to tackle current challenges in architecture, promoting the generation of new knowledge and enriching dialogue between areas of study.

### Keywords:

architectural research; innovation; knowledge construction; open science; scientific cooperation; scientific innovation

- Arquitecta, Universidad Piloto de Colombia, Bogotá (Colombia).  
Especialista en Arquitectura de los Jardines y Proyección del Paisaje, Università degli Studi di Genova.  
Genova (Italia).  
[https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=\\_MY5lh8AAAAJ](https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=_MY5lh8AAAAJ)  
<https://orcid.org/0000-0002-0082-1955>  
[amceregino@ucatolica.edu.co](mailto:amceregino@ucatolica.edu.co) / [annaceregino@gmail.com](mailto:annaceregino@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

En el último quinquenio, la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* ha sido testigo de un significativo aumento en la presentación y difusión de manuscritos que abordan las complejidades de la arquitectura, el urbanismo, el paisajismo, la sostenibilidad y la tecnología desde diversas disciplinas. Estos enfoques interdisciplinarios han enriquecido de manera notable el panorama del conocimiento arquitectónico, urbanístico y tecnológico, aportando perspectivas valiosas que reflejan la diversidad y complejidad de los desafíos contemporáneos en estos campos.

Sin embargo, a pesar de los avances logrados mediante esta diversificación de enfoques, persisten desafíos significativos en la investigación arquitectónica contemporánea. La limitación de abordajes anclados exclusivamente en perspectivas disciplinarias plantea obstáculos para la comprensión completa y la resolución efectiva de los problemas arquitectónicos, urbanos y tecnológicos actuales. Es evidente que la interdisciplinariedad se presenta como una necesidad imperativa para enfrentar la complejidad inherente a estos desafíos, que demandan una mirada integral y diversa para su adecuada comprensión y abordaje.

En este contexto, se hace indispensable explorar y promover la integración de conocimientos provenientes de diversas disciplinas en la investigación arquitectónica, reconociendo la interconexión de factores sociales, ambientales, culturales, artísticos y tecnológicos que configuran el entramado de la arquitectura contemporánea. Como señalan Matarrese y Vilchis Esquivel (2020), la investigación en Diseño se erige como un frente simbólico que destaca el potencial de una idea única, fundamentada, desarrollada e integrada mediante la participación interdisciplinaria de un equipo, subrayando la importancia de la colaboración y la diversidad de enfoques en la generación de conocimiento y soluciones innovadoras en el campo de la arquitectura.

Este estudio se propone explorar la relevancia y los beneficios de la investigación interdisciplinaria en arquitectura, analizando cómo la integración de diversas perspectivas y metodologías puede contribuir a una comprensión y a una resolución efectiva de los desafíos contemporáneos en este campo. Teniendo en cuenta estas limitaciones inherentes al enfoque disciplinar, el propósito primordial es fortalecer las conexiones interdisciplinarias en la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, para fomentar un diálogo enriquecedor que permita abordar de manera integral y efectiva los desafíos actuales en el ámbito arquitectónico.

En este contexto, se busca establecer un marco epistemológico que refleje la visión de Barreto

(2006, p.25), quien destaca la importancia de reconocer las interrelaciones y múltiples dimensiones que caracterizan los problemas complejos que se pretenden abordar en la realidad. Este enfoque subraya la necesidad de comprender la complejidad inherente a los problemas, considerando aspectos como la sostenibilidad, la diversidad cultural y las demandas sociales emergentes. Es fundamental comprender la naturaleza multifacética de estos problemas antes de abogar por la implementación de enfoques interdisciplinarios, multidisciplinarios o transdisciplinarios para promover la interdisciplinariedad de manera efectiva. Se destaca la importancia de contar con un marco epistemológico compartido para garantizar que todas las dimensiones y estudios involucrados sean abordados de manera integrada y coherente, permitiendo así una aproximación holística y enriquecedora a la investigación interdisciplinaria en arquitectura.

Esto lleva a que mantener enfoques exclusivamente disciplinares podría conducir a soluciones parciales y carentes de innovación, ya que la visión disciplinaria es estrecha y no logra aprehender la totalidad de los problemas arquitectónicos. Es así como Madero y Ballesteros (2021, p. 92) afirman que la interdisciplinariedad es una forma de acercarse a problemas complejos de una manera asociativa, colaborativa e interrelacionada, desde múltiples perspectivas y disciplinas, en el entendido de que una única disciplina ya no es suficiente para entenderlos.

Además, la integración efectiva de perspectivas diversas es crucial para desarrollar soluciones sostenibles y apropiadas que se adapten al dinámico contexto de la arquitectura en constante cambio.

De esta manera, se destaca la importancia de la integración de perspectivas diversas para lograr soluciones efectivas, en lugar de enfocarse en la carencia de integración.

Por tanto, las preguntas de investigación guían y orientan este estudio. La primera interrogante: *¿Cómo fortalecer conexiones interdisciplinarias en la Revista de Arquitectura (Bogotá) para impulsar un conocimiento integral y transformador en el campo de la arquitectura, y a su vez, favorecer el avance y desarrollo de la comunidad académica y disciplinar en este ámbito?*, destaca la necesidad apremiante de fomentar la interdisciplinariedad en la revista, no solo como medio para enriquecer la divulgación en arquitectura y urbanismo, sino también como catalizador del progreso y desarrollo de la comunidad académica y disciplinar, ya que las prácticas interdisciplinares surgen del diálogo y generan resultados que promueven los procesos reflexivos de la investigación.

La segunda pregunta: *¿Cómo identificar e incentivar la publicación de investigaciones interdisciplinarias relevantes para la arquitectura y su contexto, con el objetivo de generar un impacto significativo en la disciplina y contribuir al enriquecimiento del conocimiento en el campo arquitectónico?*, resalta la importancia de reconocer y promover investigaciones que exploren temas interdisciplinarios. Este enfoque no solo potenciará el impacto de la revista en la disciplina, sino que también contribuirá a la expansión del conocimiento en el ámbito de la arquitectura.

En la evolución de la investigación en arquitectura como disciplina se ha observado un cambio significativo hacia la interdisciplinariedad como un componente fundamental en la generación de nuevo conocimiento. Este cambio es particularmente evidente en la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, que ha pasado de ser un medio focalizado exclusivamente en la arquitectura a desenvolverse como un espacio dinámico que fomenta la interacción y colaboración entre disciplinas diversas. En este sentido, se invita a los autores a repensar la “relación complementaria entre disciplinas y metodologías, para potenciar el impacto de sus prácticas y saberes” (Madero & Ballesteros, 2021, p. 94). A pesar de ser una revista de arquitectura, su alcance va más allá de los límites tradicionales de la disciplina, abriendo las puertas a la integración de enfoques interdisciplinarios que enriquecen la producción de conocimiento y promueven la innovación en el campo de la arquitectura.

El auge de la interdisciplinariedad se manifiesta en la calidad y diversidad de los trabajos recibidos y publicados en la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*. Este cambio no solo refleja una comprensión más profunda de la naturaleza compleja de los desafíos de la arquitectura contemporánea, favoreciendo la competitividad y el desarrollo, sino que también contribuye a la consolidación de la revista como un actor clave en la promoción de enfoques de investigación holísticos y contextualizados.

Desde una perspectiva teórica, la interdisciplinariedad se concibe como un *continuum*, con niveles que van desde el enfoque disciplinario hasta el transdisciplinario.

En los enfoques disciplinarios se distinguen cinco niveles de interacción que afrontan ventajas y desventajas:

**Disciplinariedad:** Se refiere al enfoque tradicional de estudio y generación de conocimiento a través de disciplinas académicas especializadas. Este modelo se caracteriza por la monodisciplina que, según Max-Neef (2005), representa una especialización en aislamiento, donde cada campo del saber se desarrolla de manera autónoma sin una integración significativa con otras áreas del conocimiento.

La disciplinariedad concierne más o menos a un solo y mismo nivel de realidad, contraria a la transdisciplinariedad, que se interesa en la dinámica que se genera de la acción simultánea de varios niveles de realidad (Valle, 2005). Es decir, el enfoque disciplinar se limita a una única dimensión o perspectiva para abordar los fenómenos, sin considerar las múltiples interacciones y complejidades que surgen de la interrelación entre diversos ámbitos del saber.

Este modelo de conocimiento compartimentado en disciplinas surgió históricamente como una forma de organizar y profundizar en campos específicos del saber. Sin embargo, a medida que los problemas y desafíos de la sociedad se han vuelto cada vez más complejos, la disciplinariedad ha mostrado limitaciones para abordarlos de manera integral y efectiva. Los problemas actuales, como el cambio climático, la desigualdad social o la salud pública, requieren enfoques que trasciendan las fronteras disciplinarias y promuevan la colaboración entre diversas áreas del conocimiento.

**Multidisciplinariedad:** La multidisciplinariedad se caracteriza por ser una mezcla no integradora de varias disciplinas, en la que cada una mantiene sus métodos y suposiciones sin un cambio o desarrollo significativo de las otras disciplinas, como señala Rodríguez (s.f.). En este enfoque, los investigadores colaboran con objetivos comunes, realizan análisis independientes y, en el resultado final, no presentan un resumen integrador ni establecen vínculos entre disciplinas, como destaca Posada (2004).

A diferencia de la interdisciplinariedad, en una relación multidisciplinar esta cooperación puede ser mutua y acumulativa, pero no interactiva, según lo plantea Augsburg (2016, p. 56). En este nivel, cada disciplina aborda el fenómeno desde su perspectiva específica utilizando sus métodos de análisis. Sin embargo, la interacción entre disciplinas es superficial y no profunda (Moreno Toledano, 2015). Es decir, no hay una integración real de enfoques, métodos y conocimientos entre las diferentes disciplinas involucradas, sin una integración profunda de sus métodos y perspectivas, lo que resulta en un enfoque paralelo y no interactivo en la generación de conocimiento. Cada disciplina mantiene su autonomía y no se produce una verdadera síntesis o articulación entre los diferentes campos del saber.

**Pluridisciplinariedad:** Implica la cooperación entre disciplinas sin coordinación profunda; generalmente, se da entre áreas del conocimiento compatibles entre sí y de un mismo nivel jerárquico, como señala Max-Neef (2005). En este enfoque se establece una determinada relación entre los saberes participantes, pero una disciplina lidera estas relaciones, definiendo los términos de la colaboración, y el método de los procesos se rige por el rigor de dicha disciplina, según lo plantea Rodríguez (s.f.).

Además, en la pluridisciplinariedad se evidencian relaciones de colaboración entre las diferentes disciplinas, con objetivos comunes; y se presupone una perspectiva de complementariedad entre las disciplinas, sin la existencia de sistematización o integración, como menciona Jáuregui (s.f.). En este contexto, las disciplinas colaboran de manera paralela, cooperando entre ellas sin una integración profunda de sus enfoques y métodos, lo que limita la generación de un conocimiento integral y holístico sobre un tema o problema determinado.

**Interdisciplinariedad:** La interdisciplinariedad se concibe como una estrategia pedagógica que implica la interacción de varias disciplinas, entendida como el diálogo y la colaboración de estas para lograr la meta de un nuevo conocimiento, tal como lo expresa Van del Linde Mejía (2007). Este enfoque supone un esfuerzo indagatorio y convergente entre múltiples disciplinas, que presupone la multidisciplinariedad, pero que persigue el objetivo de obtener “cuotas de saber” acerca de un objeto de estudio nuevo, diferente a los que pudieran estar previamente delimitados disciplinaria o multidisciplinariamente, como señalan Sotolongo y Delgado (2006, p. 66).

La interdisciplinariedad flexibiliza y amplía los marcos de referencia de la realidad, a partir de la permeabilidad entre las verdades de cada uno de los saberes, según lo plantean Follari (2005) y Rodríguez (s.f.). En este proceso, la interacción entre disciplinas se intensifica, y da lugar a un compartir de métodos, teorías, herramientas y modelos, lo que, a su vez, genera nuevas perspectivas y subdisciplinas, como destaca Moreno Toledano (2015). Esta se caracteriza por promover el diálogo, la colaboración y la integración profunda de diferentes disciplinas para abordar problemas complejos desde múltiples ángulos, con el fin de generar innovación en el conocimiento, así como enri-

quecer y transformar los límites disciplinarios tradicionales.

**Transdisciplinariedad:** Se define como la etapa superior de integración disciplinar, en la que se llega a la construcción de sistemas teóricos totales, conocidos como macrodisciplinas o transdisciplinas, sin fronteras sólidas entre las disciplinas. Este enfoque se fundamenta en objetivos comunes y en la unificación epistemológica y cultural, como señalan Posada (2004) y Stokols (2006).

La transdisciplinariedad posibilita la articulación de otros marcos, yendo más allá del proceso de conocimiento específico de una disciplina, ya que los paradigmas de una ciencia o saber no le pertenecen exclusivamente y es necesario extrapolarlos a diferentes contextos teóricos y metodológicos, según plantean Nicolescu (2002) y Rodríguez (s.f.). En este nivel, no existen barreras entre las disciplinas y se pretende resolver problemas en sistemas complejos, buscando una comprensión más completa y holística de los fenómenos, como destaca Moreno Toledano (2015).

En el contexto de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, la apertura a diversas disciplinas enriquece el diálogo y genera sinergias entre los diferentes campos del conocimiento, lo que lleva a la interdisciplinariedad. Según Tresserras (2015, p. 6), la arquitectura no puede abordarse de manera aislada, ya que implica no solo el proceso creativo, sino también la conceptualización y los planteamientos estructurales del proyecto. Para su comprensión y práctica efectiva se requiere la integración de conocimientos de áreas como la sociología, la ingeniería, la informática y las ciencias ambientales. Esta interconexión de disciplinas no solo enriquece la comprensión de los fenómenos arquitectónicos, sino que también fomenta la innovación y la resolución creativa de problemas, a través de los diferentes campos disciplinares.

## METODOLOGÍA

La investigación adopta un enfoque cualitativo y longitudinal, que parte de la revisión bibliográfica de los enfoques disciplinarios, encuestas a los “actores” identificados como la colectividad conformada por los autores y los pares evaluadores de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, y el análisis de redes académicas y sistemas de indexación, en un periodo determinado entre 2018 y 2023; este rango temporal permitirá tener en cuenta la identificación de citas en Scopus en documentos secundarios, así como las revisiones de los metadatos de máxima formación académica de los “actores”, obtenidos por la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*.

El alcance de la investigación se centra en la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* y su comunidad académica —llamados “actores”, que incluyen a autores y pares evaluadores—, y los criterios de inclusión para los participantes de la encuesta son: haber publicado o evaluado artículos en la revista durante el periodo 2018-2023 y estar vinculados a instituciones académicas o de investigación; este enfoque metodológico permitirá identificar las disciplinas con las cuales se está construyendo la interdisciplinariedad en la revista.

En cuanto a la encuesta realizada a los actores, realizada durante un periodo de seis meses, está

estructurada en dos componentes principales: uno, enfocado en la profesión y la investigación, y otro, centrado en la influencia de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* en el ámbito interdisciplinario y su impacto. La encuesta permitirá analizar el papel de la publicación como agente

que promueve la interdisciplinariedad en la arquitectura y el urbanismo.

Los resultados obtenidos mediante la revisión bibliográfica, las encuestas y el análisis de redes y metadatos aportarán a la validez y fiabilidad de los hallazgos.

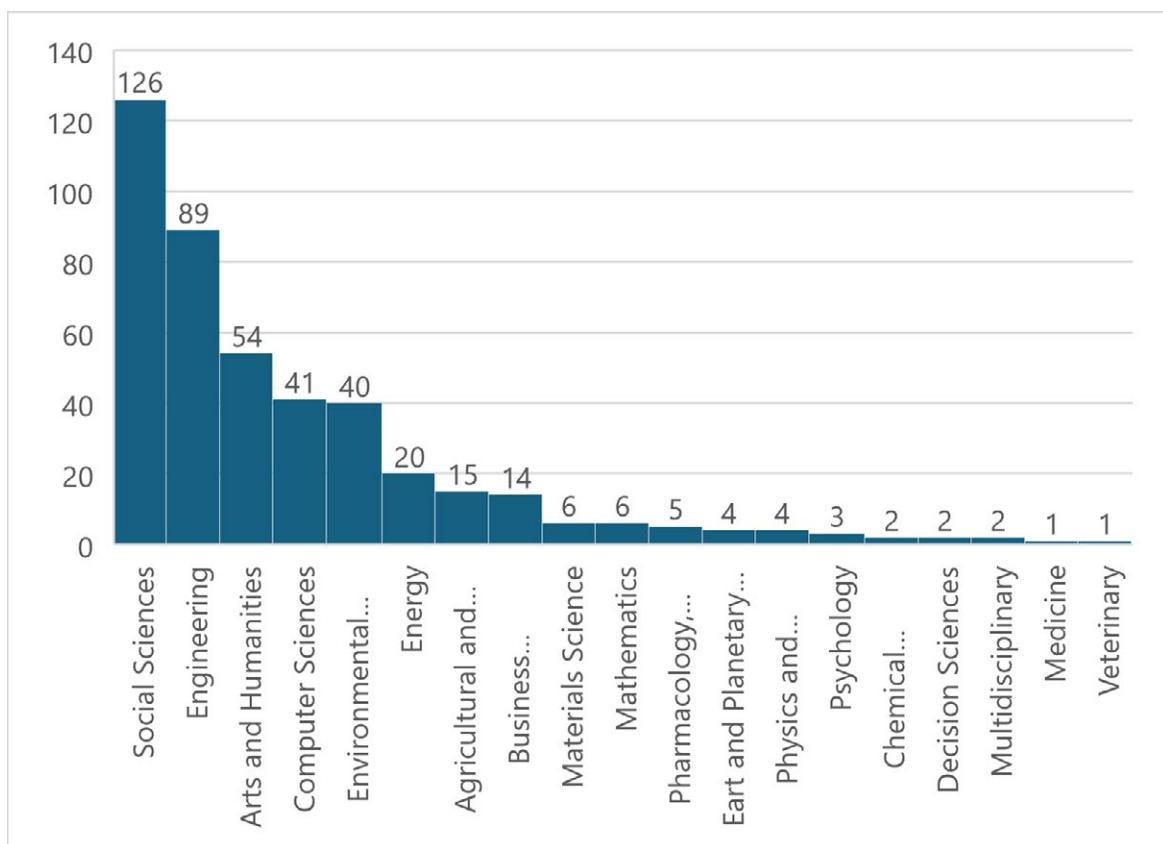
## RESULTADOS

### En cuanto a la citación

Al revisar los documentos secundarios<sup>1</sup> en Scopus se encontró que, entre 2018 y 2023, se citaron 45 artículos de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* en 94 citas provenientes de revistas de diversas disciplinas. Este hallazgo revela una complejidad significativa en la distribución disciplinaria. Además, se identificaron

435 subáreas, considerando que las revistas pueden estar clasificadas en múltiples áreas de conocimiento. Para simplificar este panorama, se identificaron 19 áreas principales y la cantidad de citas a los artículos recibidas por área (figura 1), resaltando así la marcada interdisciplinariedad en los niveles de citación que recibe la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*.

**Figura 1.** Áreas del conocimiento en las que se citan los artículos de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*



**Fuente:** elaboración propia, datos extraídos de Scopus (2023).

<sup>1</sup> Los documentos secundarios, aunque no estén directamente indexados en Scopus, son reconocidos como fuentes de información relevantes y confiables. Su presencia puede reflejar la importancia y el impacto de la investigación, ya que han sido considerados valiosos por la comunidad académica. Las citas a estos documentos pueden evidenciar su valor y contribución al campo, lo que influye en la visibilidad y el reconocimiento de la investigación en la comunidad científica.

Es destacable que, en este contexto, en el área de artes y humanidades, al que pertenece la arquitectura en el contexto local MinCiencias y OCDE, ocupa el tercer lugar en términos de citas. Las ciencias sociales —en el componente urbano—, las ciencias ambientales —en cuanto las tecnologías sostenibles y ambientales— y las ingenierías, son las áreas más citadas en cuanto el contexto internacional (Wos y Scopus), lo que subraya la influencia significativa de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* en campos aparentemente diversos, confirmando el interés interdisciplinario de estas áreas. Además, se observa un impacto notable incluso en áreas más distantes de la disciplina arquitectónica, como las ciencias de la computación y las ciencias médicas.

Este fenómeno sugiere un interesante patrón de interacción entre disciplinas aparentemente disímiles, con estas últimas participando activamente en la lectura y citación de artículos científicos derivados de la arquitectura. Este análisis de las áreas temáticas y su distribución en el tejido interdisciplinario destaca la influencia expansiva y la resonancia significativa de la revista en la comunidad científica, trascendiendo las fronteras convencionales de las disciplinas y promoviendo la convergencia de conocimientos en áreas aparentemente dispares.

En la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* se abordan temáticas que destacan la interdisciplinariedad en la metodología y los resultados de los artículos. Se exploran temas urbanos con un enfoque en la salud en el espacio público y las dinámicas sociales, involucrando a investigadores de diversas disciplinas como arquitectos, médicos y psicólogos. Se analizan los ecobarrios desde perspectivas urbanas y socioeconómicas, en las que la participación social y las interacciones son clave, lideradas por investigadores que combinan perfiles de arquitecto y economista político.

Además, se han publicado artículos relacionados con temas ambientales y paisajísticos que contribuyen al bienestar de las ciudades. En estos casos, los investigadores no solo son arquitectos o paisajistas, sino que también colaboran con geógrafos, botánicos e ingenieros forestales en la metodología, lo que enriquece los resultados obtenidos. Asimismo, en investigaciones sobre tecnologías sostenibles aplicadas a fachadas y soluciones sostenibles, se destaca la colaboración con ingenieros ambientales e ingenieros civiles, evidenciando la importancia de la interdisciplinariedad en la generación de resultados significativos.

### Respecto a los actores

En la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, los “actores” son la colectividad conformada por los autores que contribuyen con sus trabajos y los pares evaluadores que participan en los procesos de revisión. Este término, “actores”, se emplea con

el propósito de delimitar y caracterizar de manera funcional a los componentes esenciales que intervienen en la dinámica editorial de la revista.

### Grupos interdisciplinarios

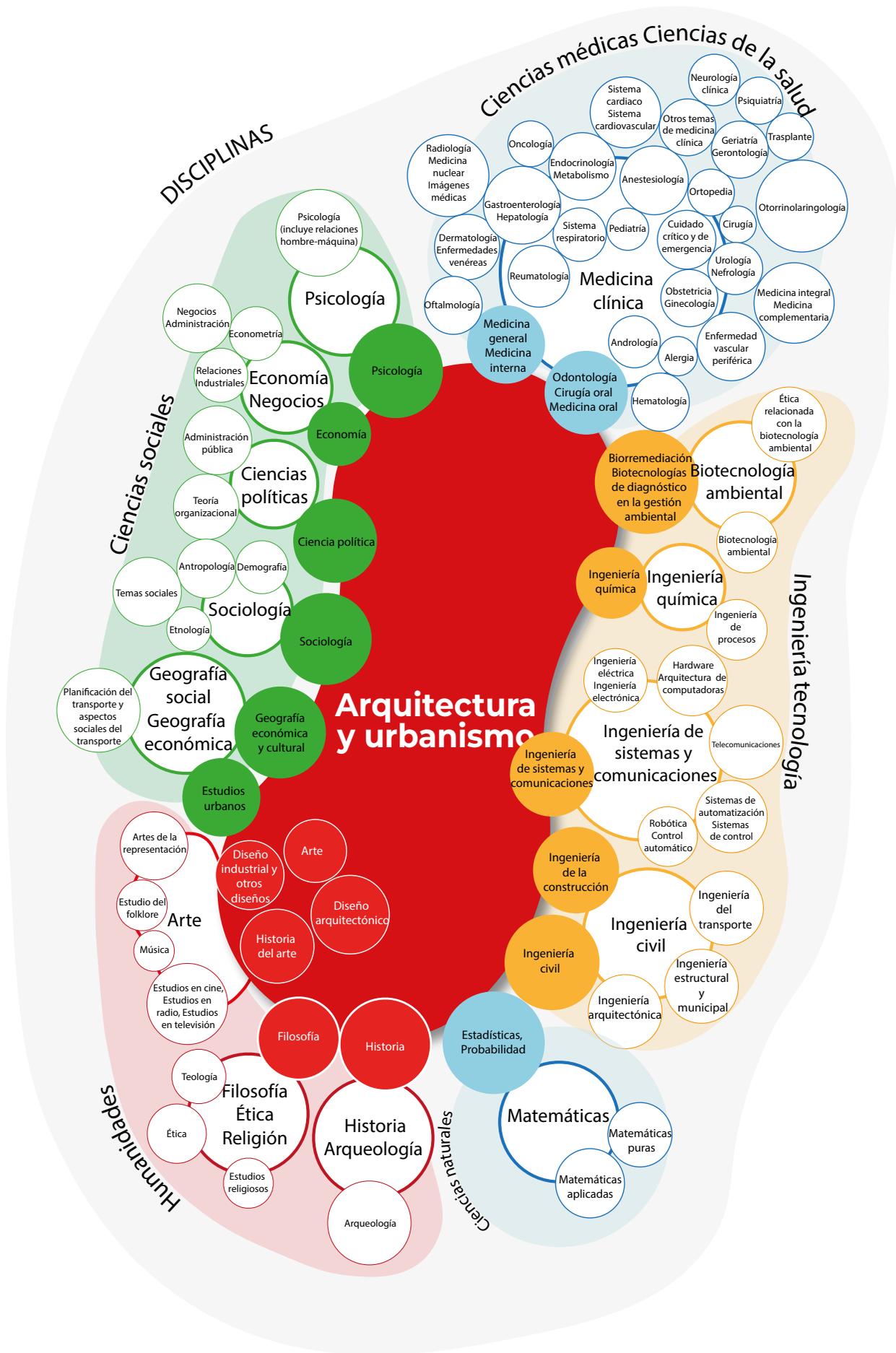
Con el propósito de comprender la naturaleza de la interdisciplinariedad que caracteriza a la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, se llevó a cabo un análisis de los perfiles académicos de los actores involucrados. Este examen se fundamentó en los datos sobre la formación académica obtenida de las hojas de vida proporcionadas por los mismos actores, respetando los protocolos de derechos de autor. A través de este proceso, se procedió a la categorización y tabulación de las subáreas del conocimiento, lo que permitió la determinación de las disciplinas a las cuales pertenecen. Este enfoque metodológico viabilizó la identificación de cuántas disciplinas participan activamente tanto en la elaboración como en la evaluación de los manuscritos publicados. Este análisis sistemático se constituye como una herramienta esencial para evaluar la genuina interdisciplinariedad que la revista promueve en el ámbito arquitectónico.

Los Campos de Investigación y Desarrollo (sus siglas en inglés FORD) constituyen un esquema de distribución del conocimiento propuesto por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), para clasificar las unidades de ejecución de investigación y desarrollo experimental (I+D) y distribuir sus recursos en función del ámbito de conocimiento en el que se lleva a cabo (OCDE, 2015).

En la figura 2 se presenta una relación detallada de las cinco disciplinas según la clasificación de la OCDE, a las cuales pertenecen los autores que han participado activamente con artículos publicados en la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, tomando como referencia de medición la formación de los autores. Estas disciplinas han destacado en 15 áreas del conocimiento, contribuyendo cada una de manera única a la construcción de la interdisciplinariedad en el campo de la arquitectura. Entre las 22 subáreas del conocimiento, se destacan como aspectos cruciales que han enriquecido el diálogo interdisciplinario y han impulsado la innovación en la práctica arquitectónica a través de las publicaciones de la revista.

La figura 3 muestra las asociaciones entre los autores que han publicado de manera interdisciplinaria en la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*. Estas asociaciones se han conformado en grupos interdisciplinarios, lo que ha llevado a la eliminación de las anteriores secciones de la revista. Este cambio tiene como objetivo facilitar el aporte entre las diferentes disciplinas, proporcionando una visión clara de las colaboraciones y conexiones entre las diversas subáreas del conocimiento que contribuyen científicamente a la arquitectura.

**Figura 2.** Disciplinas, áreas y subáreas del conocimiento que actúan en la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*



Fuente: elaboración propia con base en OCDE (2023).



## Resultado de las encuestas

Los resultados de la encuesta realizada a los “actores” revelan una variedad de hallazgos significativos que contribuyen al avance del conocimiento en el campo disciplinar de la arquitectura. Los resultados del análisis de la encuesta revelan que el interés de las investigaciones y publicaciones científicas en grupos interdisciplinarios es notablemente alto, evidenciando una clara tendencia hacia la colaboración entre diferentes campos del conocimiento en el ámbito arquitectónico.

Las respuestas recopiladas revelan una creciente conciencia sobre la importancia de la interacción entre disciplinas para abordar los desafíos contemporáneos en el diseño, el urbanismo y la construcción. Es así como, se destaca la necesidad de promover la colaboración entre comunidades interdisciplinarias no solo a escala local, sino también en los ámbitos nacional e internacional, con el objetivo de enriquecer y avanzar el conocimiento arquitectónico en un contexto globalizado y en un rápido y constante cambio.

### Componentes interdisciplinarios en la profesión y la investigación

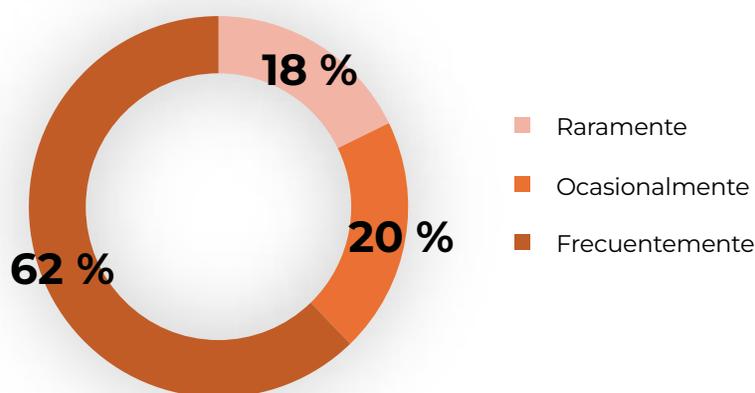
En las figuras 4 a la 12 se presentan los resultados obtenidos en el primer componente, en los que es notorio que el campo de la investigación y los proyectos en arquitectura tienden a trabajar en modo interdisciplinario.

La figura 4 evidencia que el 62 % de los profesionales en arquitectura muestran una marcada inclinación hacia la colaboración interdisciplinaria en sus prácticas; a pesar de esta tendencia, se identifican obstáculos conceptuales que limitan su ejecución más frecuente,

y solo el 18 % indica que raramente colaboran con otras disciplinas. Es claro que la colaboración interdisciplinaria es común, aunque aún existen desafíos que dificultan su implementación de manera más generalizada, ya que el 20 % lo hace ocasionalmente. Es evidente que la colaboración interdisciplinaria es común en la práctica arquitectónica, pero aún persisten obstáculos que limitan su plena realización. Para promover una colaboración más efectiva y generalizada, es fundamental identificar y superar estos obstáculos conceptuales, con el fin de fomentar un ambiente propicio para una colaboración interdisciplinaria más fluida y productiva en el campo de la arquitectura.

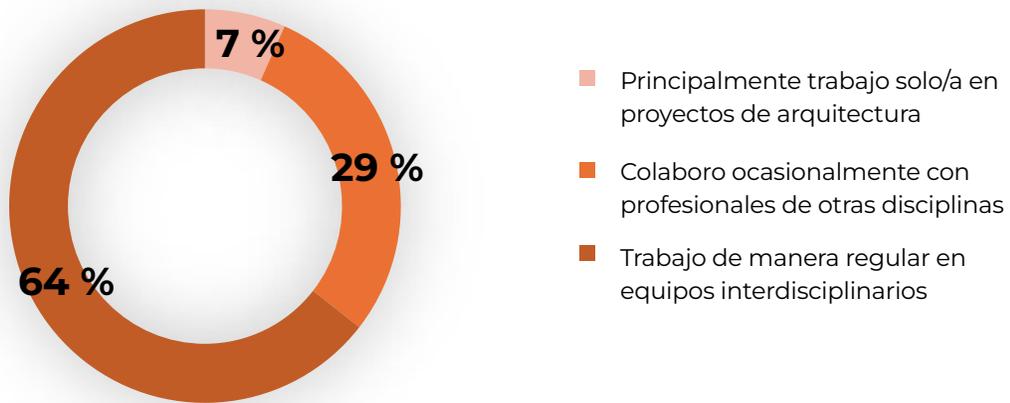
Se observa una tendencia positiva hacia la colaboración interdisciplinaria en el ámbito de la arquitectura, según lo que muestra la figura 5. Los datos revelan que el 64 % de los participantes informan trabajar de manera regular en equipos interdisciplinarios, lo que sugiere un alto nivel de integración entre diferentes disciplinas en sus investigaciones científicas. A pesar de esta integración, el 29 % colabora solo ocasionalmente con profesionales de otras disciplinas y un 7 % indica que principalmente trabaja en proyectos de arquitectura de forma individual. Estos resultados subrayan la necesidad de fortalecer aún más la integración entre disciplinas para promover un enfoque más holístico y completo en la investigación y práctica arquitectónica. Si bien existe una tendencia positiva hacia la colaboración interdisciplinaria, es crucial continuar impulsando iniciativas que fomenten una participación más activa y constante de profesionales de diferentes áreas, con el objetivo de enriquecer y potenciar el desarrollo de soluciones innovadoras y sostenibles en el campo de la arquitectura.

**Figura 4.** ¿Con qué frecuencia se encuentra colaborando con profesionales de otras disciplinas en proyectos arquitectónicos?



Fuente: elaboración propia (2024).

**Figura 5.** Experiencia en investigaciones científicas interdisciplinarias



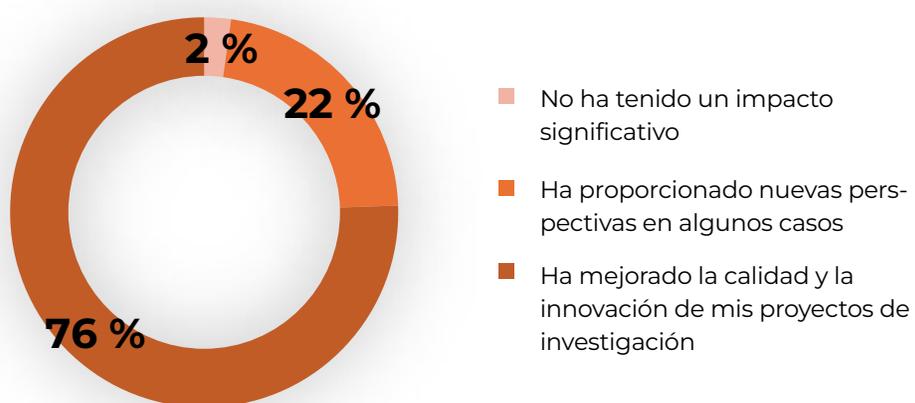
**Fuente:** elaboración propia (2024).

Según los resultados presentados en la figura 6, la percepción de los actores sobre cómo la interdisciplinariedad ha influido en sus trabajos de investigación en arquitectura es predominantemente positiva. El 76 % de los participantes considera que la interdisciplinariedad ha mejorado la calidad y la innovación de sus proyectos de investigación. Estos resultados sugieren que la integración de diferentes disciplinas es percibida como beneficiosa para el avance y la excelencia de los proyectos de investigación en arquitectura. Adicionalmente, el 22 % de los

actores indica que la interdisciplinariedad ha proporcionado nuevas perspectivas en algunos casos, mientras que solo el 2 % considera que no ha tenido un impacto significativo.

El papel crucial que desempeña la interdisciplinariedad en la mejora y la innovación de los proyectos de investigación en arquitectura sugiere la necesidad de seguir explorando y promoviendo activamente esta práctica para maximizar el potencial de la investigación arquitectónica.

**Figura 6.** ¿Cuál es su percepción sobre cómo la interdisciplinariedad ha influido en sus trabajos de investigación en arquitectura?



**Fuente:** elaboración propia (2024).

Los resultados presentados en la figura 7 evidencian un fuerte interés y apertura hacia la interdisciplinariedad en la investigación científica en arquitectura. El 87 % de los actores manifiesta una alta disposición para explorar nuevas disciplinas relacionadas con la arquitectura en el

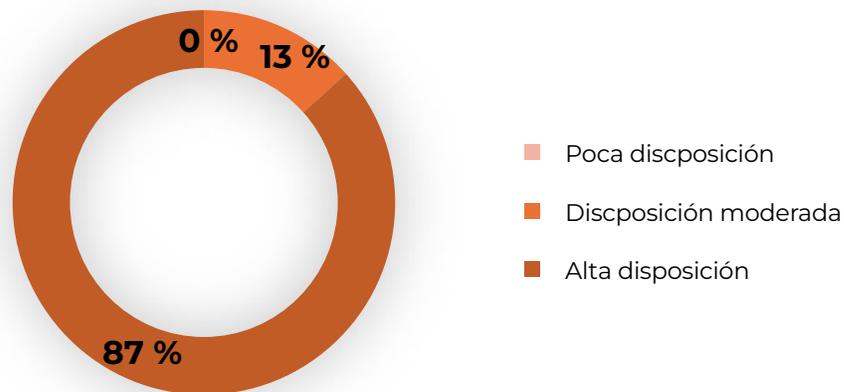
ámbito de la investigación. Se refleja una actitud efectiva hacia la exploración y la integración de nuevas áreas del conocimiento. Solo el 13 % muestra una disposición moderada, mientras que ninguno de los participantes (0 %) expresa poca disposición hacia la interdisciplinariedad.

Estos hallazgos sugieren que la comunidad académica en arquitectura está abierta a enriquecer su campo de investigación mediante la integración de nuevas disciplinas.

La alta disposición manifestada por los actores para explorar nuevas disciplinas relacionadas con la arquitectura en el ámbito de la

investigación científica puede promover avances significativos en el conocimiento y la innovación, reforzando la necesidad de fomentar y facilitar espacios de colaboración interdisciplinaria, permitiendo que la arquitectura se beneficie de las perspectivas y metodologías de otras áreas del saber.

**Figura 7.** ¿Cuál es su disposición para explorar nuevas disciplinas relacionadas con la arquitectura en el ámbito de la investigación científica?



**Fuente:** elaboración propia (2024).

La figura 8 muestra que la gran mayoría de los actores, el 91 %, considera que la interdisciplinariedad en arquitectura es esencial para abordar los desafíos contemporáneos. Solo el 9 % la considera útil en algunos casos, mientras que ninguno de los participantes (0 %) opina que no es esencial. Esto refleja la comprensión de que los problemas contemporáneos en el campo de la arquitectura son complejos y multifacéticos, y requieren enfoques integrados que combinen conocimientos y metodologías de diversas disciplinas para su adecuada resolución.

La mayoría de los “actores” que considera esencial la interdisciplinariedad en arquitectura para enfrentar los desafíos contemporáneos subraya la necesidad de promover activamente este enfoque en la investigación y práctica arquitectónica. Es crucial aprovechar este consenso para desarrollar estrategias y políticas que faciliten y fomenten la colaboración interdisciplinaria, eliminando barreras y creando incentivos para que los profesionales de la arquitectura trabajen de manera integrada con otras disciplinas.

**Figura 8.** ¿Considera que la interdisciplinariedad en arquitectura es esencial para abordar los desafíos contemporáneos?



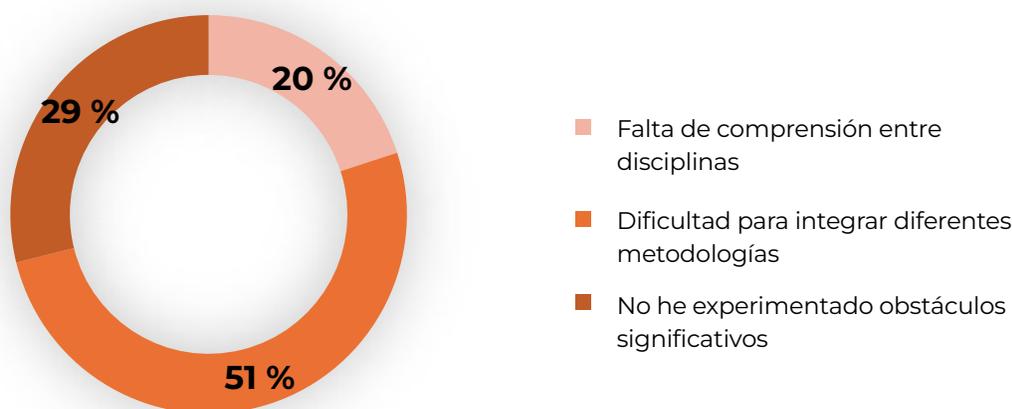
**Fuente:** elaboración propia (2024).

Según los resultados presentados en la figura 9, el principal obstáculo experimentado al trabajar en equipos interdisciplinarios en proyectos arquitectónicos es la dificultad para integrar las metodologías de investigación y fomentar la cooperación entre las disciplinas, con un 51 % de los investigadores enfrentando este desafío. Adicionalmente, el 20 % de los actores señala la falta de comprensión entre disciplinas como un obstáculo, mientras que el 29 % indica no haber experimentado obstáculos significativos. Esto evidencia que, si bien una parte considerable de los investigadores no

ha enfrentado dificultades importantes, la mayoría enfrenta retos relacionados con la integración de metodologías y la cooperación interdisciplinaria.

Es crucial desarrollar estrategias que faciliten la comprensión mutua, la armonización de metodologías y la cooperación efectiva entre equipos interdisciplinarios. Esto puede lograrse a través de la implementación de programas de capacitación, la creación de espacios de diálogo y la promoción de proyectos piloto que demuestren los beneficios de la colaboración interdisciplinaria.

**Figura 9.** ¿Qué obstáculos ha experimentado al trabajar en equipos interdisciplinarios en proyectos arquitectónicos?



Fuente: elaboración propia (2024).

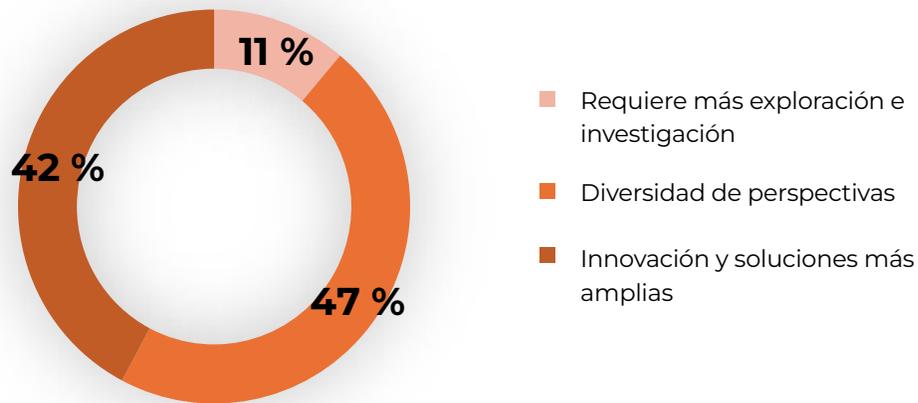
Se observa en la figura 10 que la mayoría de los actores identifican la diversidad de perspectivas como un beneficio, sugiriendo que hay un reconocimiento generalizado de que la integración de múltiples disciplinas en la práctica arquitectónica enriquece la comprensión y el enfoque hacia los problemas, permitiendo considerar una amplia gama de factores y variables por desarrollar. Además, los actores señalan la innovación y la generación de soluciones más amplias como otro beneficio importante; este hallazgo indica que la interdisciplinariedad no solo amplía la comprensión, sino que también promueve la creatividad y la generación de ideas innovadoras en la arquitectura. Sin embargo, es importante destacar que una pequeña parte de los actores mencionan que este tema aún requiere más exploración e investigación, lo que sugiere que aún se presentan espacios para profundizar en el entendimiento de los beneficios de la interdisciplinariedad en este campo.

Según los resultados presentados en la figura 10, la mayoría de los actores identifican dos beneficios clave de la interdisciplinariedad en la arquitectura: la diversidad de perspectivas (47 %) y la innovación y generación de soluciones más amplias (42 %). El reconocimiento generalizado entre los participantes de que la integración de múltiples disciplinas en la práctica arquitectónica enriquece la comprensión y el enfoque hacia los problemas, permitiendo considerar una amplia gama de factores y variables. Además, los actores señalan que la interdisciplinariedad promueve la creatividad y la generación de ideas innovadoras en la arquitectura. Es importante destacar que una pequeña parte (11 %) menciona que este tema aún requiere más exploración e investigación. Esto sugiere que, si bien existe un consenso general sobre los beneficios, aún hay espacios para profundizar en el entendimiento de cómo la interdisciplinariedad impacta de manera específica en la práctica y la investigación arquitectónica. Sería valioso

desarrollar estudios adicionales que permitan una comprensión más detallada de los mecanismos a través de los cuales la integración de

múltiples disciplinas genera valor en el campo de la arquitectura, con el fin de fortalecer aún más la adopción de enfoques interdisciplinarios.

**Figura 10.** En su opinión, ¿cuáles son los beneficios clave de la interdisciplinariedad en la arquitectura?

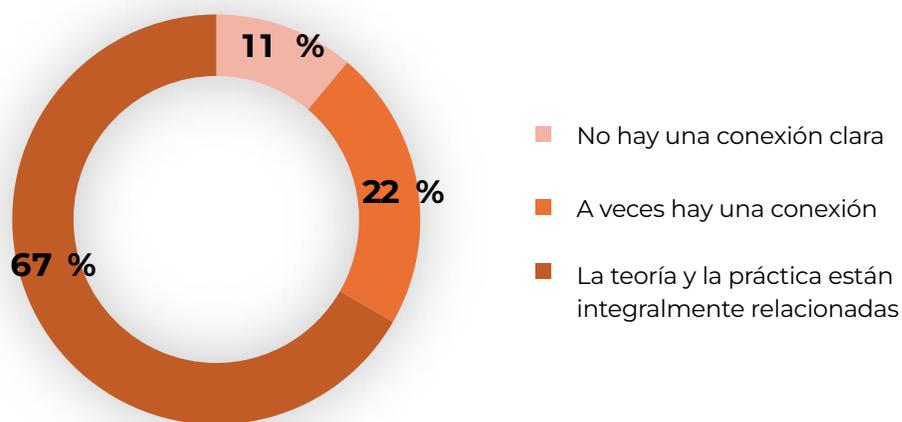


Fuente: elaboración propia (2024).

Los resultados obtenidos sobre la percepción de la relación entre la teoría y la práctica en la investigación arquitectónica interdisciplinaria (figura 11) muestran una clara tendencia hacia una integración efectiva entre ambos aspectos. Un 67 % de los encuestados consideran que la teoría y la práctica están integralmente relacionadas, lo que indica una fuerte apreciación de la sinergia entre los fundamentos teóricos y la aplicación práctica en este campo. Por otro lado, un 22 % de los participantes señalan que,

en ocasiones, existe una conexión entre teoría y práctica, mientras que un 11 % percibe una falta de conexión clara. Estos datos subrayan la importancia de continuar fomentando la interacción entre teoría y práctica para abordar de manera integral los desafíos contemporáneos en la arquitectura, destacando la necesidad de fortalecer aún más la relación entre estos dos componentes esenciales para la innovación y el avance del conocimiento arquitectónico interdisciplinario

**Figura 11.** ¿Cómo considera la relación entre la teoría y la práctica en la investigación arquitectónica interdisciplinaria?



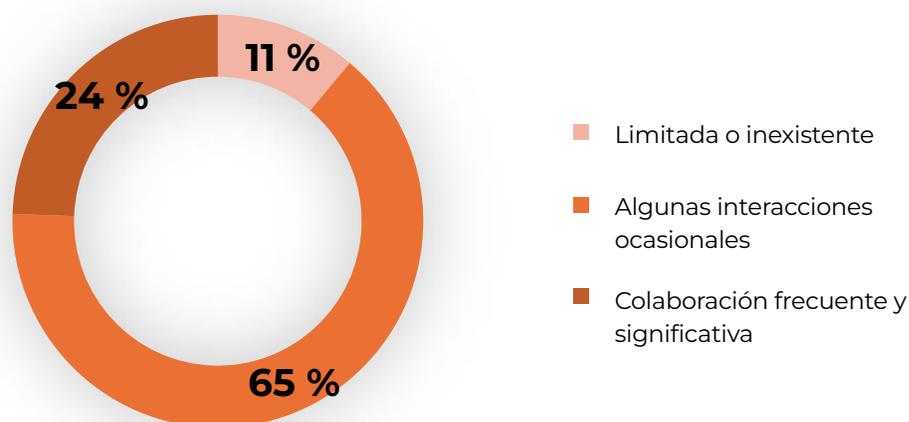
Fuente: elaboración propia (2024).

Según los resultados presentados en la figura 12, la mayoría de los actores (65 %) perciben que hay algunas interacciones ocasionales entre las diferentes comunidades disciplinares en el ámbito de la arquitectura, si bien existe cierto grado de colaboración entre disciplinas en la arquitectura, estas interacciones no son aún lo suficientemente frecuentes o significativas como para considerarse generalizadas. Por otro lado, un cuarto de los actores (24 %) percibe una colaboración frecuente y significativa entre diferentes comunidades disciplinares, lo que indica que hay un segmento de la

comunidad arquitectónica que experimenta una interacción más activa y fructífera entre disciplinas.

Existe un reconocimiento generalizado de los beneficios de la interdisciplinariedad, aún persisten obstáculos que limitan la interacción entre disciplinas. Es crucial desarrollar estrategias que faciliten y fomenten la colaboración, como la creación de espacios de diálogo, la implementación de proyectos interdisciplinarios y la promoción de una cultura que valore y apoye la integración de múltiples perspectivas en la práctica arquitectónica.

**Figura 12.** ¿Cómo percibe la interacción actual entre diferentes comunidades disciplinares en el ámbito de la arquitectura?



**Fuente:** elaboración propia (2024).

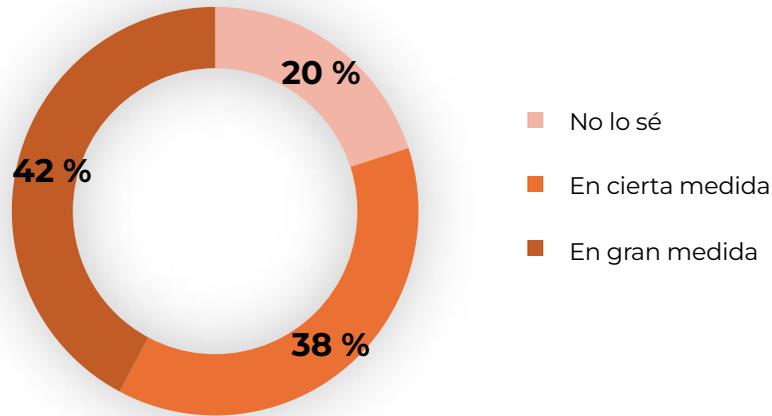
### Influencia e impacto de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* en el ámbito interdisciplinario

Así mismo, en las figuras 13 a 18 se muestran los resultados obtenidos en el segundo componente, en el que se busca interpretar el papel de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* en cuanto difusión e interacción disciplinar, según la mirada de los actores.

Al analizar las respuestas a la pregunta sobre la percepción de cómo la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* promueve la interdisciplinariedad a través de las publicaciones (figura 13), se observa que la mayoría de los actores considera que la revista promueve la interdisciplinariedad en gran medida (42 %). Estos resultados sugieren que la revista tiene un impacto significativo en la promoción y difusión de investigaciones interdisciplinarias en el campo de la arquitectura. Aunque

un porcentaje considerable (38 %) cree que lo hace en cierta medida, la percepción general es que la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* ha sido efectiva en promover la interdisciplinariedad a través de sus publicaciones. A pesar de la percepción positiva sobre la promoción de la interdisciplinariedad por la revista, un segmento significativo de actores (20 %) no está seguro del impacto en este aspecto. Esto sugiere que aún hay margen para mejorar y fortalecer su enfoque interdisciplinario, especialmente en la comunicación sobre las iniciativas interdisciplinarias. Es fundamental que la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* continúe impulsando y desarrollando espacios que fomenten la interdisciplinariedad en sus publicaciones, brindando un estímulo significativo al desarrollo de investigaciones interdisciplinarias en el campo de la arquitectura y fortaleciendo su papel como plataforma para la integración de diversas perspectivas y enfoques.

**Figura 13.** ¿En qué medida cree que la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* ha promovido la interdisciplinariedad en sus publicaciones?



Fuente: elaboración propia (2024).

Según los resultados presentados en la figura 14, la mayoría de los actores (62 %) considera que una manera efectiva para que la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* fomente la participación de equipos de autores con enfoques interdisciplinarios es incitar a la generación de sinergias entre diversas áreas de conocimiento con el fin de forjar nexos y nutrir la multiplicidad de perspectivas. Estos confirman que la promoción de la colaboración entre disciplinas y la diversidad de enfoques puede enriquecer significativamente las publicaciones de la revista y fomentar la interdisciplinariedad en las mismas. Asimismo, un 25 % de los actores señala que proveer recursos y asesoramiento para catalizar la eficaz confluencia de mentes diversificadas en el proceso editorial sería una forma efectiva

de facilitar la participación de equipos interdisciplinarios. Esto indica la importancia de contar con apoyo y orientación específica para aquellos que deseen colaborar en proyectos interdisciplinarios.

Fomentar la colaboración entre disciplinas y proporcionar recursos y apoyo específico son aspectos clave para facilitar la participación de equipos interdisciplinarios en las publicaciones de la revista. Al implementar estas estrategias, la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* podrá posicionarse como un espacio en la promoción de la interdisciplinariedad en la investigación arquitectónica, generando un impacto significativo en el avance del conocimiento y la innovación.

**Figura 14.** ¿De qué manera propone que la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* podría fomentar o facilitar la participación de equipos de autores con enfoques interdisciplinarios en sus publicaciones?



Fuente: elaboración propia (2024).

Según los resultados presentados en la figura 15, la gran mayoría de los actores (87 %) considera fundamental que la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* aborde en sus publicaciones estudios interdisciplinarios que exploren la convergencia entre diseño urbano y paisaje, integrando perspectivas de disciplinas como sociología, medicina y ciencias ambientales. Estas respuestas subrayan la importancia de analizar las interacciones entre el entorno construido y las comunidades con una perspectiva multidisciplinaria para promover un desarrollo urbano más sostenible y centrado en las necesidades de la población. Por otro lado, también se menciona la necesidad de investigaciones que amalgamen principios arquitectónicos con avances en la ingeniería estructural y tecnologías emergentes (4 %), así como la exploración de sinergias entre la arquitectura y disciplinas informáticas, como la inteligencia artificial y la

visualización digital, para la creación de entornos urbanos innovadores (9 %). Estos resultados indican áreas específicas de interés interdisciplinario que podrían enriquecer el contenido de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* y contribuir al avance del conocimiento en el campo de la arquitectura y el urbanismo. Es crucial que la revista fomente la publicación de estudios que aborden la convergencia entre diseño urbano y paisaje desde una perspectiva interdisciplinaria, integrando conocimientos de diversas áreas para generar un impacto significativo en la comprensión y mejora de los entornos urbanos. Igualmente, la exploración de sinergias entre la arquitectura y disciplinas como la ingeniería, la tecnología y la informática también representa una oportunidad para impulsar la innovación y el desarrollo de soluciones creativas en el ámbito arquitectónico y urbano.

**Figura 15.** ¿Qué áreas temáticas interdisciplinarias considera fundamental abordar en las publicaciones de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*?



**Fuente:** elaboración propia (2024).

Según los resultados presentados en la figura 16, el principal desafío para lograr una difusión efectiva de la cultura arquitectónica desde una perspectiva interdisciplinaria es la existencia de barreras metodológicas y de lenguaje, con un 51 % de los actores identificando este factor como el obstáculo más significativo. Esto puede limitar la difusión de la cultura arquitectónica de manera interdisciplinaria. Por otro lado, el 29 % de los actores considera que las limitaciones en la promoción y difusión de la revista son un desafío importante, indicando que la visibilidad y el alcance de la revista pueden influir en su capacidad para difundir eficazmente la cultura arquitectónica con una perspectiva interdisciplinaria. Adicionalmente, el 20 % de los participantes menciona la falta

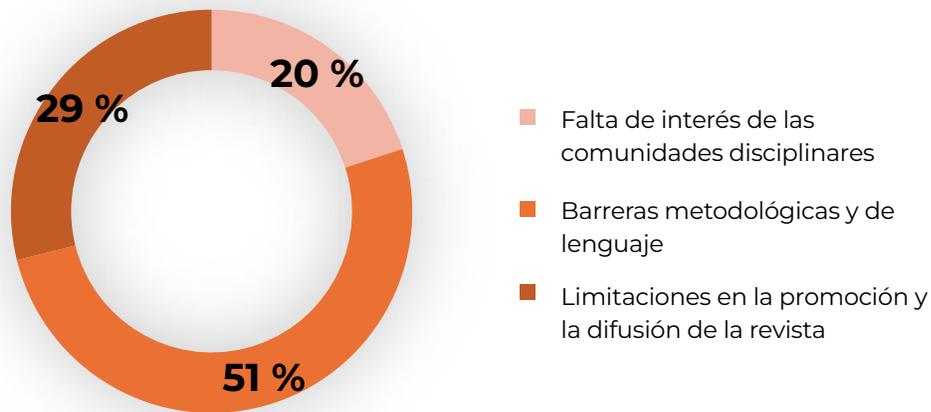
de interés de las comunidades disciplinares como una barrera relevante, lo que sugiere que el compromiso y la colaboración interdisciplinaria pueden enfrentar resistencia en ciertos contextos académicos o profesionales.

Es así como, resalta la importancia de abordar diversos obstáculos para promover una difusión efectiva de la cultura arquitectónica con una perspectiva interdisciplinaria. Es crucial desarrollar estrategias que permitan superar las barreras metodológicas y de lenguaje, facilitando la integración de diferentes enfoques y la comunicación fluida entre disciplinas. Además, es necesario fortalecer los esfuerzos de promoción y difusión de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* para ampliar su alcance y

visibilidad, posicionándola como un referente en la difusión de la cultura arquitectónica con una perspectiva interdisciplinaria. Finalmente, es importante trabajar en la sensibilización

y el fomento del interés de las comunidades disciplinares, promoviendo los beneficios y la importancia de la colaboración interdisciplinaria en el campo de la arquitectura.

**Figura 16.** ¿Cuál cree que es el principal desafío para lograr una difusión efectiva de la cultura arquitectónica con una perspectiva interdisciplinaria?



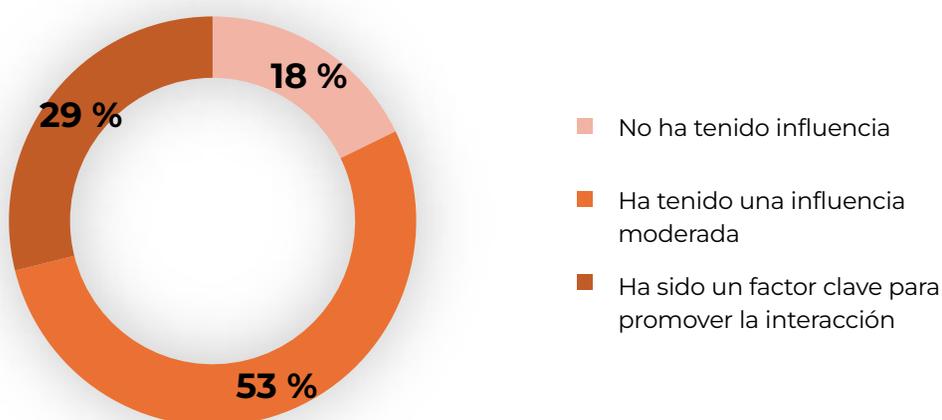
Fuente: elaboración propia (2024).

Según los resultados presentados en la figura 17, la mayoría de los actores (53 %) considera que la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* ha tenido una influencia moderada en la manera en que las comunidades disciplinares interactúan en proyectos interdisciplinarios. Esto sugiere que, si bien la revista contribuye en cierta medida a promover la interacción entre las comunidades disciplinares en proyectos interdisciplinarios, su impacto aún no es determinante. Por otro lado, un porcentaje significativo de actores (29 %) percibe que la revista ha sido un factor clave para promover esta interacción, lo que indica que tiene un papel importante en fomentar la colaboración entre disciplinas en el ámbito de la arquitectura. Sin embargo, el 18 % de los participantes señala que la revista aún no ha tenido influencia en

la forma como las comunidades disciplinares interactúan en proyectos interdisciplinarios.

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* tiene un impacto positivo. En algunos casos, aún hay áreas de mejora para fortalecer su papel como facilitadora de la interacción interdisciplinaria en la arquitectura. Es crucial que la revista continúe trabajando en la promoción y difusión de proyectos interdisciplinarios, destacando los beneficios y las mejores prácticas en la colaboración entre disciplinas puede desempeñar un rol más activo en las redes entre las diferentes comunidades académicas y profesionales, fomentando así una mayor interacción y sinergia en el desarrollo de proyectos interdisciplinarios en el campo de la arquitectura.

**Figura 17.** En su experiencia como investigador en arquitectura, ¿considera que la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* ha influido en la forma como las comunidades disciplinares interactúan en proyectos interdisciplinarios?



Fuente: elaboración propia (2024).

Según los resultados presentados en la figura 18, la acción específica que la mayoría de los actores (65 %) considera que la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* podría llevar a cabo para facilitar la publicación de manuscritos que contribuyan significativamente a la construcción de la comunidad interdisciplinar es facilitar la conexión entre autores y expertos en disciplinas complementarias, existe un interés en promover la colaboración entre diferentes áreas de conocimiento para enriquecer el contenido de la revista y fomentar la interdisciplinariedad en la arquitectura; el 22 % de los actores menciona la importancia de proporcionar pautas detalladas y ejemplos para la preparación de manuscritos, lo que indica la necesidad de brindar orien-

tación clara a los autores durante el proceso de escritura y presentación de artículos. Por otro lado, un número menor de actores (13 %) menciona la oferta de retroalimentación detallada y personalizada a los autores como una medida relevante.

Se resalta la necesidad de implementar estrategias que promuevan la colaboración entre disciplinas, brinden orientación a los autores y fomenten la calidad y relevancia de los artículos publicados en la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*. Al facilitar la conexión entre autores y expertos de diferentes áreas, la revista puede impulsar la generación de manuscritos interdisciplinarios de alto impacto.

**Figura 18.** En su opinión, ¿qué acciones específicas podría llevar a cabo la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* para facilitar la publicación de manuscritos que contribuyan de manera significativa a la construcción de la comunidad interdisciplinar?



**Fuente:** elaboración propia (2024).

Los resultados destacan una creciente tendencia hacia la investigación interdisciplinaria en arquitectura, evidenciando un interés marcado por explorar nuevas fronteras de conocimiento y abordar problemas complejos desde múltiples perspectivas. Los resultados ofrecen una perspectiva integral sobre las tendencias emergentes, los desafíos existentes y las oportunidades futuras en la investigación interdisciplinaria en arquitectura, proporcionando una base sólida para futuros desarrollos y colaboraciones interdis-

ciplinarias. Asimismo, se observa un consenso generalizado entre los actores en cuanto a la importancia de fomentar la colaboración entre diversas disciplinas como un medio efectivo para abordar los desafíos contemporáneos en el campo de la arquitectura. Es importante destacar que estas respuestas evidencian un claro interés por investigar y publicar de manera interdisciplinaria, lo que lleva a la generación de nuevo conocimiento y a la promoción de un diálogo enriquecedor entre distintas áreas de estudio.

## DISCUSIÓN

La búsqueda de la implementación de un enfoque interdisciplinario en la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* genera resultados tangibles y contribuye en la transformación de la dinámica de la investigación en arquitectura

y urbanismo. La diversidad de perspectivas ha llevado a la formulación de preguntas de investigación más complejas y a la exploración de soluciones más allá de los límites tradicionales de la disciplina.

La interdisciplinariedad en la investigación arquitectónica implica la convergencia de diversas áreas del conocimiento, cada una con sus propios enfoques y metodologías. En este contexto, es crucial reconocer el papel fundamental que desempeñan tanto las disciplinas convocantes como las convocadas. En el caso de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, las humanidades actúan como la disciplina convocante, atrayendo y articulando los aportes de otras áreas como las ciencias médicas, la ingeniería y tecnología, las ciencias sociales y las ciencias naturales. Es así como la revista se erige como un puente entre las humanidades y las demás áreas del conocimiento, fomentando un diálogo fructífero que permita aportar a las publicaciones contemporáneas del entorno construido.

La compleja realidad de los tiempos actuales indica que se debe aceptar el desafío de pensar el conocimiento de forma integrada e interdisciplinar (Infante-Malachias & Araya-Crisóstomo, 2023), esto como la comunicación efectiva y la armonización de metodologías diversas y superarlos es esencial para generar conocimiento significativo y abordar los problemas de manera integral. Al posicionarse como un espacio de convergencia interdisciplinaria, la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* tiene la oportunidad de trascender los límites tradicionales de la arquitectura y enriquecer la disciplina con perspectivas innovadoras provenientes de campos aparentemente distantes. Al reconocer y valorar la contribución de cada disciplina convocada, la revista puede potenciar la interdisciplinariedad como un motor de transformación y avance en la investigación arquitectónica

La discusión también aborda el impacto de esta interdisciplinariedad en la percepción de la revista por la comunidad académica. La creciente citación de trabajos publicados en disciplinas relacionadas señala la influencia de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* en la generación de conocimiento interdisciplinario, reforzando la idea de que la interconexión de disciplinas contribuye a la relevancia y alcance de la revista en el panorama científico más amplio. Esta perspectiva alentadora sobre la interdisciplinariedad en la arquitectura se ve

## CONCLUSIÓN

Esta investigación aspira a reconocer la necesidad de fortalecer la interdisciplinariedad para abordar los desafíos contemporáneos y contribuir al desarrollo humano sostenible en el contexto de la ciudad y el entorno construido. Manteniendo su esencia arquitectónica, la revista busca ser un actor clave en la divulgación del conocimiento a escalas internacional, nacional y local, consolidando así su papel

respaldada por una clara tendencia hacia la colaboración frecuente entre profesionales de diferentes disciplinas y un reconocimiento generalizado de la importancia de esta práctica para abordar los desafíos contemporáneos.

Sin embargo, también se identifican desafíos significativos, como la limitada interacción entre comunidades disciplinares y las barreras metodológicas y de lenguaje,

[...] el trabajo interdisciplinar es un gran desafío que exige una mentalidad adecuada a la tarea planteada, pero que en principio significa simplemente tener una actitud mental que se abra a las múltiples y diferentes perspectivas desde donde se puede mirar, analizar y transformar la realidad. (Infante-Malachias & Araya-Crisóstomo, 2023, p. 11)

Estos hallazgos subrayan la necesidad de promover activamente la interdisciplinariedad en la arquitectura y abordar los obstáculos existentes para una colaboración más efectiva entre disciplinas. La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* se posiciona como un espacio clave para la integración de diversas disciplinas, actuando como un catalizador para la generación de conocimiento interdisciplinario y la resolución de problemas complejos en el campo de la arquitectura. Es así como, se espera fortalecer el enfoque interdisciplinario de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, al fomentar la publicación de manuscritos interdisciplinarios con el fin de contribuir a la difusión del desarrollo de investigaciones integrales en el campo arquitectónico.

Así mismo, esta investigación busca impactar en la construcción de la comunidad disciplinar y enriquecer la perspectiva arquitectónica. Lo anterior, lleva a resaltar la necesidad continua de fomentar la interdisciplinariedad en la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* como un medio para abordar los desafíos complejos y contemporáneos en arquitectura. Además, se reconoce que este enfoque no solo contribuye a la calidad de la investigación, sino que también fortalece el papel de la revista como un actor clave en la promoción de la diversidad de enfoques y la construcción de un conocimiento arquitectónico más completo y transformador.

como medio interdisciplinario en el campo de la arquitectura.

Respecto a las respuestas dadas por los “actores” se puede concluir que:

- La gran mayoría de los participantes considera que la práctica y la teoría arquitectónica están integralmente relacionadas, lo que sugiere una visión holística de la disciplina.

- Existe una tendencia positiva hacia la colaboración frecuente con profesionales de otras disciplinas en proyectos arquitectónicos, evidenciando una apertura a la integración de múltiples perspectivas.
- Los “actores” perciben que la interdisciplinariedad mejora significativamente la calidad y la innovación de sus proyectos de investigación, destacando los beneficios de esta práctica.
- La disposición para explorar nuevas disciplinas relacionadas con la arquitectura en el ámbito de la investigación científica es extremadamente alta, lo que indica un entusiasmo por ampliar los horizontes de la disciplina.
- La gran mayoría de los “actores” considera que la interdisciplinariedad es esencial para abordar los desafíos contemporáneos en arquitectura, subrayando su relevancia en el contexto actual.
- Los principales beneficios identificados son la diversidad de perspectivas y la gene-

ración de soluciones más innovadoras y amplias, resaltando el valor de la integración de múltiples enfoques.

Se reconocen desafíos significativos, como las limitaciones en la interacción entre diferentes comunidades disciplinares y las barreras metodológicas y de lenguaje.

En síntesis, este estudio tiene como objetivo reforzar la presencia de la interdisciplinariedad en la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* a través de la promoción de investigaciones interdisciplinarias relevantes. Al fomentar la publicación de este tipo de investigaciones, la revista busca no solo tener un impacto significativo en la disciplina, sino también enriquecer continuamente el conocimiento en el campo arquitectónico. Al estar indexada, la revista se posiciona para influir en la comunidad académica y contribuir al avance y desarrollo de la disciplina de la Arquitectura, desempeñando un papel esencial en el progreso y enriquecimiento del campo a través de la difusión de soluciones integrales y transformadoras para los desafíos contemporáneos.

## REFERENCIAS

- Augsburg, T. (2016). *Becoming interdisciplinary: An introduction to interdisciplinary studies* (3rd ed). Kendall Hunt. [https://www.researchgate.net/publication/289378321\\_Becoming\\_Interdisciplinary\\_An\\_Introduction\\_to\\_Interdisciplinary\\_Studies\\_3rd\\_Ed](https://www.researchgate.net/publication/289378321_Becoming_Interdisciplinary_An_Introduction_to_Interdisciplinary_Studies_3rd_Ed)
- Barreto, M. Á. (2006). La interdisciplina en el abordaje académico del hábitat social “informal”: Fundamentos, líneas de acción y obstáculos a partir de la carrera de arquitectura. *Revista INVI*, 27(56). <https://doi.org/10.5354/0718-8358.2006.62150>
- Follari, R. (2005). *La interdisciplina revisitada*. *Andamios*, 1(2), 7-17. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-00632005000300001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-00632005000300001&lng=es&tlng=es)
- Infante-Malachias M. E., & Araya-Crisóstomo, S. (2023). Interdisciplinariedad como desafío para educar en la contemporaneidad DOSSIER - Valorización docente en el contexto de Brasil y de Chile frente a las marchas y contramarchas del neoliberalismo. *Educ. rev.* 39. <https://doi.org/10.1590/1984-0411.88371>
- Jáuregui, J. M. (s.f.). *Urbanismo y transdisciplinariedad. Intersecciones (Puntuaciones en relación con el abordaje de la articulación de lo formal y lo informal en América Latina)*. <http://www.jauregui.arq.br/transdisciplinariedad.html>
- Madero Gómez, M. A., & Ballesteros Mejía, M. (2021). La investigación-creación como detonadora de nuevas indagaciones. *Hojas de El Bosque*, 8(14). <https://doi.org/10.18270/heb.v8i14.3703>
- Matarrese, M., & Vilchis Esquivel, L. de C. (2020). Investigar en diseño. Multiplicidades epistemológicas y estéticas desde las que analizar la disciplina. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación [Ensayos]* (82). <https://doi.org/10.18682/cdc.vi82>
- Max-Neef, M. A. (2005). Foundations of transdisciplinarity. *Ecological economics*, 53(1), 5-16. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.01.014>
- Moreno Toledano L. A. (2015). *Complejidad, transdisciplinariedad y proyecto: Alcances y estrategias para el diseño en el siglo XXI* [Tesis doctoral]. Universidad de las Américas Puebla.

- Nicolescu, B. (2002). *Manifiesto of transdisciplinarity*. SUNY Press [Trad. Karen-Claire Voss]. [https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=jxJDIYTIAQ8C&oi=fnd&pg=PA1&ots=xZ5uv-3gq5Z&sig=C8Y47rM-h6H3Ym6G\\_-3BpBkBpLU&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=jxJDIYTIAQ8C&oi=fnd&pg=PA1&ots=xZ5uv-3gq5Z&sig=C8Y47rM-h6H3Ym6G_-3BpBkBpLU&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- OCDE. (2015). *Frascati Manual 2015: Guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development, the measurement of scientific, technological and innovation activities*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264239012-en>
- Posada Álvarez, R. (2004). Formación superior basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante. *Revista Iberoamericana de Educación*, 35(1) Extra 1. <https://rieoei.org/historico/deloslectores/648Posada.PDF>
- Rodríguez, M. (s.f.). *La interdisciplinariedad: Acción comunicativa científica y humana*. Centro de Servicios Pedagógicos. [https://ayura.udea.edu.co/servicios/1\\_5.htm](https://ayura.udea.edu.co/servicios/1_5.htm)
- Sotolongo, P. L., & Delgado, C. J. (2006). La revolución contemporánea del saber y la complejidad social. En *La complejidad y el diálogo transdisciplinario de saberes* (cap. IV). [http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/campus/soto/Capitulo %20IV.pdf](http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/campus/soto/Capitulo%20IV.pdf)
- Stokols, D. (2006). Toward a science of transdisciplinary action research. *Am J Community Psychol.*, 38, 63–77 <https://doi.org/10.1007/s10464-006-9060-5>
- Tresserras, J. (2015). Diseño e interdisciplinariedad. Una visión. on the w@terfront. Public Art.Urban Design.Civic Participation.*Urban Regeneration*, 34(2), 5-18. <https://revistes.ub.edu/index.php/waterfront/article/view/18829>
- Valle, M. (2005). Comunicación: disciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad. *Revista Comunicología@: indicios y conjeturas, Primera Época* (3). [http://revistacomunicologia.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=95&Itemid=89](http://revistacomunicologia.org/index.php?option=com_content&task=view&id=95&Itemid=89)
- Van del Linde Mejía, G. E. (2007). ¿Por qué es importante la interdisciplinariedad en la educación superior? *Cuadernos de Pedagogía Universitaria*, 4(8), 11-13. <http://hdl.handle.net/20.500.12060/470>



# ARTÍCULOS



# Bosques y desarrollo urbano sostenible en Guayaquil Metropolitano: un análisis multiescalar y comparativo

## Forests and Sustainable Urban Development in Metropolitan Guayaquil: a Multi-scalar and Comparative Analysis

Recibido: noviembre 5 / 2022 • Evaluado: enero 23 / 2023 • Aceptado: diciembre 12 / 2023

### CÓMO CITAR

Delgado-Bohórquez, A., Ávila-Beneras, C., & Vasco-Palacios, K. L. (2024). Bosques y desarrollo urbano sostenible en Guayaquil Metropolitano: un análisis multiescalar y comparativo. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(2), 29-52. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.4938>

Alina Delgado-Bohórquez<sup>\*</sup>  
Universidad de Guayaquil (Ecuador)  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Carrera Arquitectura

Carmen Ávila-Beneras<sup>\*\*</sup>  
Universidad de Guayaquil (Ecuador)  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Carrera Arquitectura

Katya Lorena Vasco-Palacios<sup>\*\*\*</sup>  
*Well habitat*. Oficina de Arquitectura Paisajista  
(Ecuador)

### RESUMEN

En las actuales condiciones de cambio climático, las naciones alrededor del mundo y en la región de América Latina enfrentan el desafío de atender las demandas resultantes de un constante crecimiento urbano y al mismo tiempo tratar de reducir el daño ambiental. Ecuador, particularmente Guayaquil, no es una excepción a lo anterior. Es una ciudad que históricamente ha sufrido una continua degradación de sus dos principales ecosistemas naturales, el bosque seco tropical y el manglar, debido a un extendido desarrollo urbano. Los objetivos de este estudio fueron analizar la relación de los bosques o remanentes de bosques con unidades barriales seleccionadas y la influencia de la forma urbana de estas unidades en la sostenibilidad y bienestar de sus habitantes. Se realiza un análisis multiescalar y comparativo de diferentes patrones urbanos a nivel de barrio. Adicionalmente, la investigación propone el uso de los instrumentos de gestión del suelo con objetivos ambientales y sociales. Los resultados denotan la interacción o falta de ella, entre los bosques urbanos, la morfología de unidades barriales de los casos seleccionados y la relación con el bienestar de los residentes y el desarrollo urbano sostenible. Finalmente, el estudio analiza las potencialidades o restricciones de los enfoques seleccionados para incrementar los beneficios de la relación bosques urbanos-unidades barriales, y el uso de políticas integradoras para la protección de los bosques en el área metropolitana de Guayaquil.

### Palabras clave:

bosques urbanos; desarrollo sostenible; gestión del suelo; morfología urbana; vulnerabilidad

## ABSTRACT

Under current climate change conditions, nations worldwide and in Latin America face the challenge of meeting the demands resulting from continuous urban growth while attempting to reduce environmental damage. Ecuador, particularly Guayaquil, is no exception. It is a city that has historically suffered ongoing degradation of its two main natural ecosystems, tropical dry forest and mangroves, due to extensive urban development. The objectives of this study were to analyze the relationship between forests or forest remnants with selected neighborhood units and the influence of the urban form of these units on sustainability and the well-being of residents. A multi-scalar and comparative analysis of different neighborhood urban patterns was conducted. Additionally, the research proposes the use of land management instruments with environmental and social objectives. The results denote the interaction, or lack thereof, between urban forests, the morphology of selected neighborhood units, their relationship with resident well-being, and sustainable urban development. Finally, the study analyzes the potential or constraints of the selected approaches to increase the benefits of the urban forests-neighborhood unit relationship, and the use of integrated policies for forest protection in the metropolitan area of Guayaquil.

### Keywords:

urban forests; sustainable development; land management; urban morphology; vulnerability

- ✦ Arquitecta, Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Guayaquil (Ecuador).  
Máster en Asentamientos Humanos, Universidad Católica de Lovaina. Leuven (Bélgica).  
Doctora en Ingeniería-Arquitectura, Universidad Católica de Lovaina. Leuven (Bélgica).  
📄 <https://scholar.google.es/citations?hl=en&pli=1&user=T2q6l2UAAAAJ>  
🌐 <https://orcid.org/0000-0003-2148-4879>  
✉ [alina.delgadob@ug.edu.ec](mailto:alina.delgadob@ug.edu.ec)
- ✦✦ Arquitecta, Universidad de Guayaquil (Ecuador).  
Máster en Arquitectura con mención en Planificación Territorial y Gestión Ambiental, Universidad de Guayaquil (Ecuador).  
🌐 <https://orcid.org/0000-0002-5705-8014>  
✉ [josefina.avilab@ug.edu.ec](mailto:josefina.avilab@ug.edu.ec)
- ✦✦✦ Arquitecta, Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Guayaquil (Ecuador).  
Máster en Arquitectura Paisajista. Florida International University (Estados Unidos).  
Máster en Arquitectura, Melbourne University (Australia).  
🌐 <https://orcid.org/0009-0002-0444-0137>  
✉ [lorenavasco@gmail.com](mailto:lorenavasco@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

En las actuales condiciones de cambio climático, las naciones en todo el mundo, y particularmente en la región de América Latina, enfrentan el desafío de atender las nuevas demandas de la población urbana y, al mismo tiempo, tratar de reducir el daño ambiental. Guayaquil es una ciudad que históricamente ha sufrido una continua degradación de sus recursos naturales, como los esteros, cerros y ríos. Sin embargo, paradójicamente, se han planificado pocos o ningún espacio verde dentro de las áreas urbanizadas. Además, Guayaquil es la cuarta ciudad en la clasificación mundial de riesgo de vulnerabilidad, según el reporte de la Corporación Andina de Fomento (CAF, 2018) y Hallegate y Morlot (2013), y de sufrir consecuencias económicas y sociales por los efectos del cambio climático y los desastres naturales.

La presente investigación plantea la hipótesis de que mediante la identificación y el estudio de las variables se podrían identificar las falencias de sostenibilidad, con el fin de plantear propuestas de mejoramiento de la sostenibilidad a escala barrial y en relación con los bosques circundantes. Los objetivos de esta investigación fueron: en primer lugar, evaluar la influencia del desarrollo urbano y su impacto en los bosques urbanos y periurbanos de Guayaquil, en los dos ecosistemas existentes como son el bosque seco tropical y los manglares. Ambos sistemas rodean a la ciudad y a los casos de estudio analizados en esta investigación. En segundo lugar, analizar la

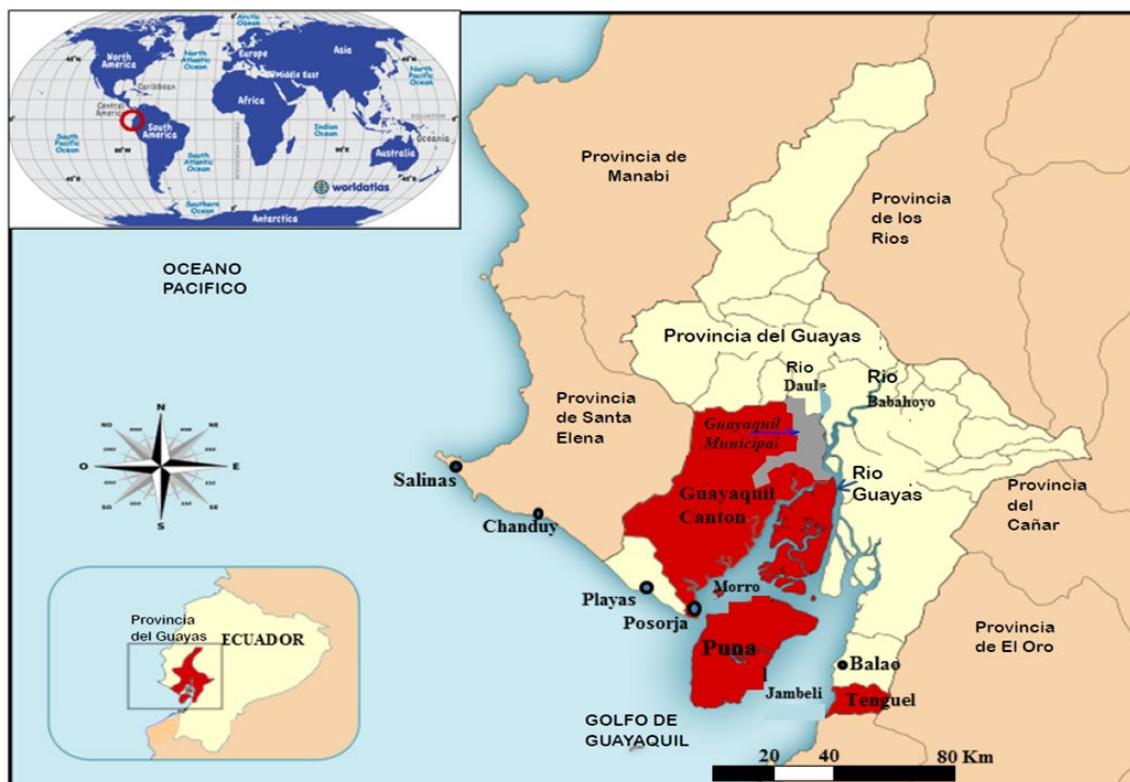
influencia de la forma urbana de estas unidades en la sostenibilidad y el bienestar de sus habitantes y la relación con bosques o remanentes de bosques.

La investigación se realizó utilizando una metodología de análisis multiescalar, desde el análisis general del territorio de conurbación de Guayaquil hasta el análisis comparativo de indicadores a escala barrial. Adicionalmente, se describe el potencial de los instrumentos de gestión del suelo para financiar infraestructura verde con el fin de aumentar la resiliencia de la ciudad al cambio climático.

### Estudio de caso a escala de territorio metropolitano y planteamiento del problema

Guayaquil se ubica en el ecosistema de estuarios más grande del Pacífico Sur, en el Golfo de Guayaquil (figura 1). Está ubicada en la provincia del Guayas y es parte del cantón Guayaquil, que comprende las zonas rurales del cantón, además de Puna y Tenguel y el área administrativa municipal de Guayaquil, delimitada en 1991. El área municipal de Guayaquil tiene una población de 2.654.274 (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2010), y un área de 34.376,5 hectáreas. De esta área, el 21,1 % corresponde a zonas protegidas (bosques urbanos, zonas de riesgo) y el 6,6 % a cursos de agua (Alcaldía de Guayaquil, 2021).

**Figura 1.** Ubicación de Guayaquil y sus cinco niveles de administración gubernamental: Ecuador-Gobierno Central, Provincia del Guayas, Cantón Guayaquil (color rojo) y municipio de Guayaquil (color gris)

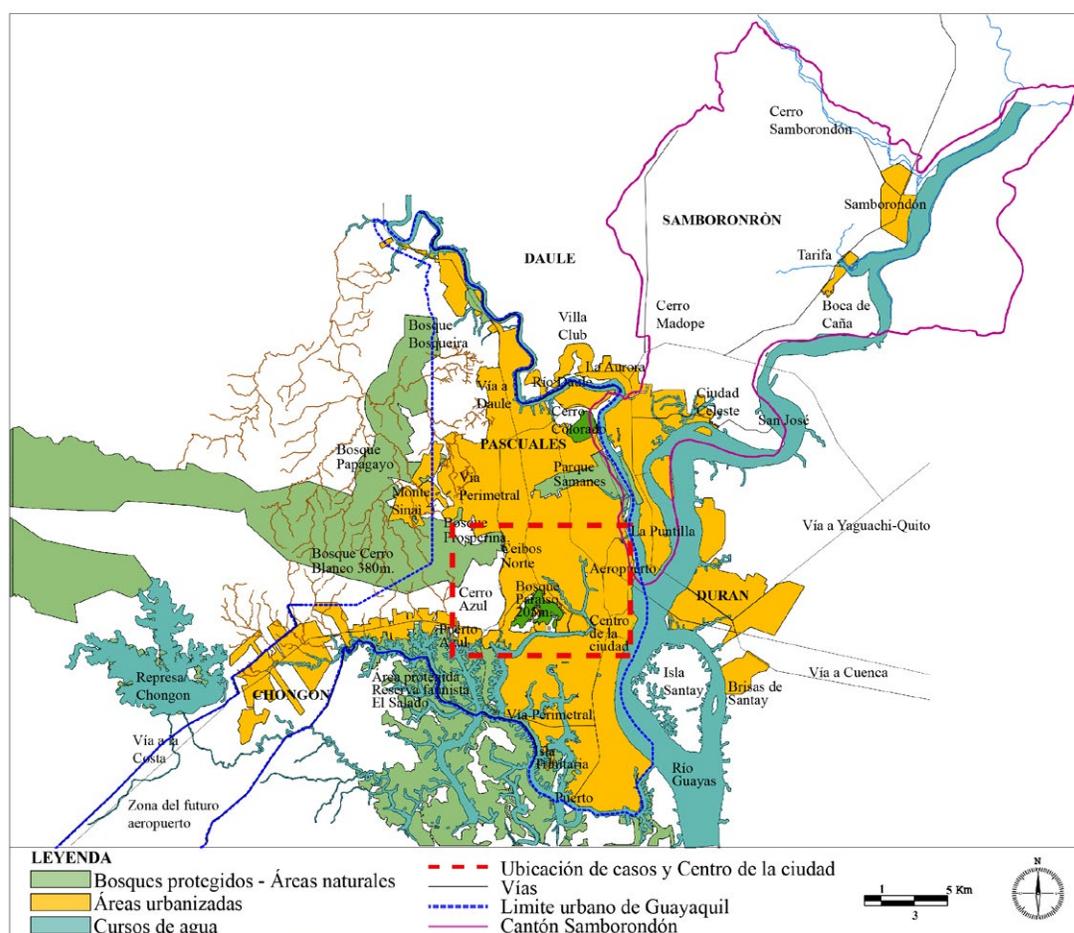


**Fuente:** editado por A. Delgado, con base en World Atlas y mapas municipales (2022). <https://www.worldatlas.com/aatlas/world.htm> CC BY-NC 4.0.

La expansión urbana ha producido una zona de conurbación que a pesar de las limitaciones naturales de la ciudad (estuarios, ríos y cerros), se ha extendido en las últimas décadas hacia el norte y el noroeste, en los cantones aledaños Samborondón y Daule, sobrepasando los límites municipales (figura 2). A su vez, mezclados con este desarrollo urbano coexisten dos sistemas ecológicos, el bosque

seco tropical (10,273 ha) y el estuario de manglar (10,635) (Alcaldía de Guayaquil, 2021). Los bosques declarados por el Ministerio del Ambiente del Ecuador como áreas protegidas en Guayaquil son: Cerro Blanco (6.078 ha), Bosqueira (130 ha), Palo Santo (10 ha), Reserva de Producción Manglares del Salado (10.635 ha), Bosque Papagayo (3.602 ha), El Paraíso (420 ha), Prosperina (570 ha) (figura 3).

**Figura 2.** Zona de conurbación de Guayaquil: Guayaquil municipal, cantones Daule, Samborondón y Durán. Áreas urbanizadas y bosques protegidos de Guayaquil



**Fuente:** redibujado por L. Velasco y A. Delgado (2022), con base en Verreweaere y Wellens (2010) y mapas municipales. CC BY-NC 4.0.

Estos ecosistemas de bosques se encuentran en la actualidad amenazados y fragmentados por el desarrollo urbano y la infraestructura vial, como la vía a la Costa que divide por un lado, al norte, el bosque seco tropical Bosque Cerro Blanco y al sur, la zona de reserva Manglares del Salado (figura 4).

Adicionalmente, varios factores contribuyen al alto riesgo de vulnerabilidad de Guayaquil, tales como: su ubicación geográfica como ciudad costera ubicada a cuatro metros sobre

el nivel del mar; el alto índice de pobreza (11,2 %) y las bajas condiciones sanitarias de una parte de la población que carece de servicios básicos, como agua potable, drenaje pluvial y alcantarillado (Alcaldía de Guayaquil, 2021). Estas condiciones socioeconómicas fueron las razones del alto impacto de enfermedades, como en la última pandemia por COVID-19<sup>1</sup>. Además, la falta de planificación ha resultado en extensas zonas de la ciudad sin suficientes espacios verdes, como el paisaje urbano del suroeste de la ciudad (figura 5).

<sup>1</sup> Durante la pandemia, la ciudad alcanzó el 1 de abril de 2020 un récord máximo de 638 muertos por día (Sánchez, 2020).

**Figura 3.** A. Bosque Papagayo, zona de expansión noroeste de Guayaquil; B. Bosque Paraíso, colindante con Ciudadela Paraíso; C y D. Bosque Prosperina, colindante con Ciudadela Ceibos Norte



**A**



**B**



**C**



**D**

**Fuente:** Delgado (2021).

**Figura 4.** Sistemas de bosques protegidos amenazados por la expansión urbana. A. Sistema de manglares colindante con Puerto Azul; B. Bosque Cerro Blanco colindante con la vía a la Costa y proyectos comerciales-residenciales



**A**



**B**

**Fuente:** Delgado (2021).

En cuanto a la administración del área metropolitana de Guayaquil, coexisten cinco niveles de administración: Gobierno central, Provincia del Guayas, Cantón Guayaquil (445.362 ha), municipio

y parroquias rurales (Alcaldía de Guayaquil, 2021), los cuales superponen sus competencias sobre diferentes recursos y territorios, creando dificultades en la ordenación y gestión territorial (tabla 1).

**Figura 5.** Vista aérea del suroeste de Guayaquil



Fuente: Delgado (2021).

**Tabla 1.** Competencias según el nivel de Gobierno

| Nivel de Gobierno             | Parroquia rural- Gobiernos Autónomos Descentralizados rurales (GAD) | Municipalidad- Gobierno Local- Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) | Cantón Guayaquil | Provincia del Guayas- Prefectura | Gobierno central- Nacional |
|-------------------------------|---|--|------------------|----------------------------------|----------------------------|
| Sector                        |   |  |                  |                                  |                            |
| Planificación*                | •   | •  | •                | •                                |                            |
| Vivienda                      |   | •  |                  |                                  | •                          |
| Bosques protegidos**          |   | •  |                  |                                  | •                          |
| Cursos de agua <sup>§</sup>   |   | •  |                  |                                  | •                          |
| Minería <sup>§§</sup>         |   | •  |                  |                                  | •                          |
| Obras públicas                | •   |  |                  | •                                |                            |
| Electricidad                  |   |  |                  | •                                |                            |
| Agua potable                  |   | •  |                  |                                  |                            |
| Aguas servidas y canalización |   | •  |                  |                                  |                            |
| Pavimentación                 |   | •  |                  | •                                | •                          |
| Iluminación calles            |   | •  |                  |                                  |                            |
| Educación- escuelas           |   | •  |                  | •                                | •                          |
| Mercados                      |   | •  |                  |                                  |                            |
| Salud pública                 | •   |  |                  |                                  |                            |
| Economía                      | •   | •  |                  | •                                |                            |

\*El municipio prepara el plan regulador, el concejo cantonal aprueba los planes, la gobernación participa en la planificación.

\*\*El municipio maneja y controla los bosques protegidos, pero también el Gobierno central (Ministerio de Medio Ambiente).

§Los municipios controlan los cursos de agua, pero también el Gobierno central (Marina y Ministerio del Medio Ambiente).

§§El Gobierno central otorga permisos para actividades mineras, pero el control y la regulación son competencias del Gobierno local (municipalidad).

Fuente: Tiepolo (2007); Alcaldía de Guayaquil (2021). Ley orgánica de las juntas parroquiales rurales, 2000; Ley de régimen provincial, marzo de 2001; Ley orgánica reformativa de la ley de régimen municipal, 2004.

## Problemas históricos de conservación de los bosques protegidos de Guayaquil

La mayor parte de los bosques de manglares junto a las aguas de los estuarios se han perdido a lo largo de la historia de Guayaquil. En la *Guía histórica de Guayaquil* se afirma que, alrededor de 1636, una ley ordenó cortar el manglar para reducir los riesgos para la salud y aumentar la población (*El Universo*, 2010). Posteriormente, la mayoría de los estuarios se rellenaron, y los bosques de manglares fueron talados y utilizados para la construcción. Como resultado, se perdió la rica biodiversidad asociada a este ecosistema, además de su capacidad para brindar servicios ecosistémicos como la captura de carbono en las zonas costeras y la reducción de los impactos de las inundaciones (Alongi, 2012).

Adicionalmente, el bosque tropical seco alberga muchas especies de aves, insectos y mamíferos como monos aulladores, venados y jaguares. Es un ecosistema que ha recibido menos atención y protección que los manglares. Solo en el cerro El Paraíso (298 ha) se encuentran 109 especies de aves, entre las que se destacan el pinzón pecho carmesí (*Rhodospingus cruentus*), la cotorra carigris (*Brotogeris pyrrhopterus*) y rapaces como el águila pescadora (*Pandion haliaetus*), murciélago halcón (*Falco ruficularis*) y gavilán de Harris (*Parabuteo unicinctus*) (Félix, 2014). La mayoría de las especies de árboles nativos, como el ceibo (*Ceiba trichistandra*), el guayacán (*Tabebuia chrysantha*) y el bototillo (*Bombax vitifolium*), se ven comúnmente en estos bosques caducifolios y semicaducifolios que están sujetos a una estacionalidad climática seca prolongada. Por otra parte, la deforestación causada por la urbanización y los incendios forestales amenazan los remanentes encontrados en el cerro El Paraíso y en La Prosperina; además de actividades mineras, tala de árboles y proyectos de infraestructura para Cerro Blanco.

Con respecto a la actividad minera, esta ha sido un factor importante de deforestación en la ciudad y en las últimas décadas del sector vía a la Costa (cercano al caso Puerto Azul). Los daños causados al medio ambiente y al bosque seco tropical son innumerables (580 hectáreas fueron afectadas en la zona vía a la Costa) y la contaminación permanece hasta la actualidad en cuanto al ruido y el polvo en las zonas residenciales aledañas (Alencastro, 2019; Delgado, 2019).

Los bosques protegidos en la zona de conurbación de Guayaquil alcanzaron entre 1900 y 2014 las mayores tasas de deforestación (CAF, 2018), lo que coincidió en 1999 con la crisis económica del país y la aparición de una extensa zona de asentamientos informales ubicados al noroeste

de la ciudad (Delgado, 2013), como Monte Sinaí, ubicado fuera de los límites administrativos de la ciudad sobre el área del bosque de Papagayo y cercano al bosque de protección Cerro Blanco.

## Bases teóricas

### Ecología del paisaje y morfología urbana

El uso de los principios de la ecología del paisaje en la planificación territorial y el desarrollo urbano permitirían aumentar la integridad ecológica y minimizarían la degradación del suelo en la morfología urbana de Guayaquil. Principios tales como la heterogeneidad del paisaje, reconociendo la diversidad espacial de este, donde distintos tipos de hábitats interactúan para formar un mosaico complejo. Otro principio es la conectividad, que destaca la importancia de corredores ecológicos y la permeabilidad del paisaje y los espacios urbanos, para facilitar el movimiento de organismos y el flujo de energía. La sostenibilidad del paisaje también es un principio clave, con respecto a la gestión responsable de los recursos naturales y la conservación de la biodiversidad. Estos principios proporcionan un marco integral para abordar los desafíos del desarrollo urbano sostenible (Burel & Baudry, 2003; Turner & Garner, 2015), amparando las áreas naturales mediante estrategias de conservación de la vida silvestre y limitación de la expansión urbana (Darmstadt et al., 1996; Marcus et al., 2019).

### Sostenibilidad urbana

La *sostenibilidad urbana* se define como la capacidad de una ciudad o área urbana para desarrollarse y funcionar considerando aspectos económicos y sociales, con el objetivo de crear entornos urbanos saludables, eficientes y habitables (López Bernal, 2008). Estos objetivos se podrían alcanzar con la construcción de metas realizables, mediante la aplicación de indicadores urbanos, sujetos a una comprobación sostenida en el tiempo.

Existen diversos sistemas de indicadores para medir la sostenibilidad urbana. Por un lado, existen indicadores que miden el grado de concentración o dispersión, la densidad de viviendas y habitantes (Ding et al., 2012), la influencia del mercado inmobiliario (Thorpe et al., 2009), o la sustentabilidad de distintos tipos de tejido (Kennedy et al., 2014). Por otro lado, también hay sistemas que miden el componente social (Wong, 2015), el energético (Kennedy et al., 2014), o el ambiental (Escobar, 2006).

### Captura de valor del suelo-plusvalías a partir de la implementación de infraestructura verde

La *infraestructura verde* se define como la integración de elementos naturales —parques, bosques urbanos, corredores biológicos, humedales y áreas verdes— en la infraestructura construida para mejorar la calidad de vida de las comunidades y promover la sostenibilidad (Stanley, 2021). Esta infraestructura contribuye a la resiliencia urbana al proporcionar servicios ecosistémicos como la regulación del clima, gestión del agua, conservación y aumento de la biodiversidad y mejora de la calidad del aire y del suelo. Además, crea espacios recreativos para fomentar la salud física y mental de la población, promoviendo la cohesión social (Benedict & McMahon, 2006).

Sin embargo, a pesar de los beneficios tanto para el medio ambiente como para las comunidades, construir y financiar infraestructura verde resiliente es uno de los principales desafíos para las ciudades debido a limitaciones económicas, administrativas y de gestión en las actuales condiciones del cambio climático, especialmente para países de bajos y medianos ingresos en América Latina y en Ecuador (Grafakos et al., 2019).

Los beneficios de financiar infraestructura verde han sido ampliamente discutidos en la literatura (Brugmann, 2011; Demuzere et al., 2014; Gómez-Baggethun & Barton, 2013; Madison y Kovari, 2013; Opdam et al., 2006; Tzoulas et al., 2007). Así, la recuperación de plusvalías se presenta como una alternativa para financiar el desarrollo urbano y la vivienda social, redistribuyendo los incrementos de valor del suelo a la comunidad (Furtado & Acosta, 2012; Smolka, 2013).

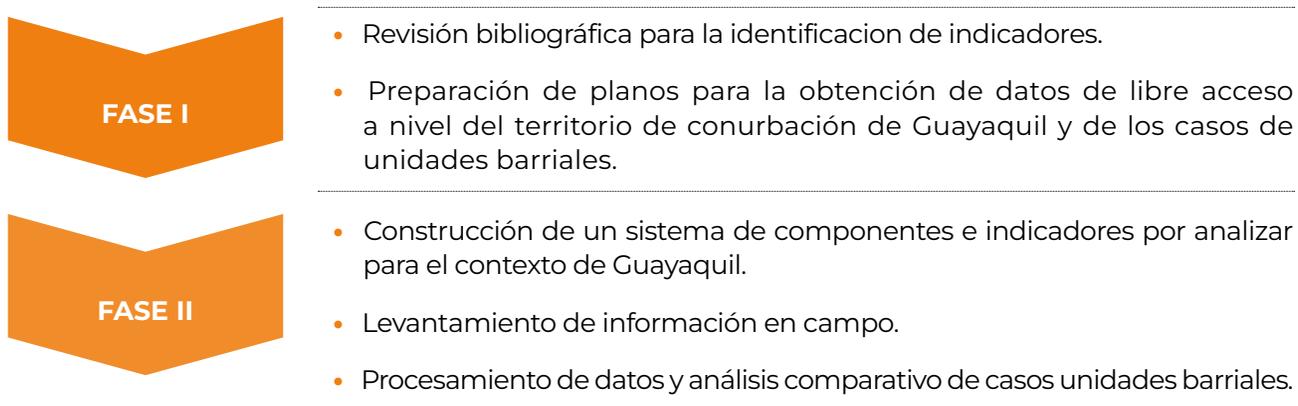
En América Latina, los instrumentos de valoración del suelo se han aplicado principalmente para financiar infraestructura y vivienda social en países como Colombia o Brasil (Smolka, 2013). Así, los principales instrumentos utilizados para estos propósitos son aquellos destinados a intervenir la infraestructura urbana, regular el mercado del suelo y financiar el desarrollo urbano (República del Ecuador, 2016). De esta forma, esos mismos principios podrían aplicarse para financiar proyectos de infraestructura verde —corredores verdes, parques inundables, programas de reforestación—, y resiliencia al cambio climático, con sentido de justicia social (Brugmann, 2011; Grafakos et al., 2019).

## METODOLOGÍA

Este estudio realiza un análisis multiescalar, del nivel del territorio de conurbación al nivel de

barrio. Se implementó en dos fases principales (figura 6).

**Figura 6.** Flujograma de la metodología aplicada



**Fuente:** elaboración propia (2021).

En la primera fase se analizaron fuentes bibliográficas (revisión documental) y se obtuvieron datos del geoportal del municipio de Guayaquil. De las revisiones se destaca lo siguiente:

- Un análisis del territorio de conurbación de Guayaquil, partiendo de lo general a lo particular, aplicando un método de análisis deductivo.

- Posteriormente, se seleccionaron casos de unidades de barrio tomando en cuenta la representatividad a escala de ciudad, a su vez que criterios históricos y de localización relacionados con los bosques protectores o remanentes de bosques.

La segunda fase del estudio consistió en la construcción de un sistema de indicadores como se detalla a continuación:

- Se realizó una revisión bibliográfica, abarcando el Sistema de Indicadores para ciudades Grandes y Medianas de la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (AEUB, 2008; 2022), así como el Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de Sevilla (Rueda, 2008), y otros con enfoque de calidad ambiental y sintético (García y Seguel, 2019; Hernández, 2009; Hermida-Palacios et al., 2015) y se seleccionaron indicadores con base en la Agenda 21 de Sostenibilidad para el Diseño Urbano (Málaga, 2010). Con el propósito de organizar y sistematizar la información, se realizó una selección final de cuatro componentes principales, estos son: forma urbana, diversidad, movilidad, calidad medioambiental. Adicionalmente, se incluyó un quinto componente, el estudio de la relación con bosques protectores y remanentes de bosques. Los parámetros para indicar el nivel de sosteni-

bilidad de los indicadores se clasificaron en alta, mediana y baja sostenibilidad (tabla 2).

- Se realizó un estudio espacial-morfológico de variables en campo, considerando la unidad de barrio, y distancias a los equipamientos equivalentes a extensiones de 1000 m–500 m–300 m, según corresponda.
- Posteriormente, se hicieron el procesamiento de datos y el análisis comparativo de los casos de unidades barriales.

Los casos seleccionados para el análisis morfológico y comparativo se ubican en el centro y noroeste de la ciudad: parroquias Roca-Pedro Carbo, Ceibos Norte, Paraíso y Puerto Azul. Los criterios de selección se basaron en su representatividad de los diferentes patrones urbanos de la ciudad y por la proximidad a bosques protegidos o remanentes de bosques. El caso del Centro corresponde a las parroquias urbanas Roca como caso 1 y Pedro Carbo<sup>2</sup> como caso 2, correspondientes al sitio histórico de fundación de la ciudad. El tercer caso, Ceibos Norte, en cercanía del bosque Prosperina y la carretera Perimetral. El cuarto caso, Paraíso, está ubicado en el borde del Bosque Paraíso. Luego, el quinto caso, Puerto Azul, que colinda con los Manglares del Salado (figura 7).

**Tabla 2.** Indicadores de sostenibilidad urbana y parámetros para su medición

| Componente   | Indicador                      | Metodología  | Rango de parámetros |                 |              |
|--------------|--------------------------------|--|---------------------|-----------------|--------------|
|              |                                |  | Alto                | Medio           | Bajo         |
| Forma urbana | Superficie (m <sup>2</sup> )   | Área total de unidad barrial (UB).                             |                     |                 |              |
|              | Densidad (Hab./ha)             | Número de habitantes/superficie total de la UB.                | >200 Hab./ha        | 100-200 Hab./ha | <100 Hab./ha |
|              | Densidad (N.º de viviendas/ha) | Número de unidades de viviendas/Total área de UB.              | >100 Viv./ha        | 60-100 Viv./ha  | <60 Viv./ha  |
|              | Porcentaje de suelo ocupado    | Superficie construida/área total del solar.                    | >50 %               | 50 %            | <50 %        |
|              | Porcentaje de solares baldíos  | Porcentaje de solares no edificados/área total de UB.          | >30 %               | 30 %            | <30 %        |
|              | Compacidad                     | (Superficie construida*N.º de plantas)/superficie total solar. | >5 m                | >4-5 m          | <4 m         |

Continúa »

<sup>2</sup> Parroquias urbanas del centro de la ciudad. Guayaquil cuenta con 15 parroquias urbanas, dentro de la competencia administrativa de Cantón (Alcaldía de Guayaquil, 2021).

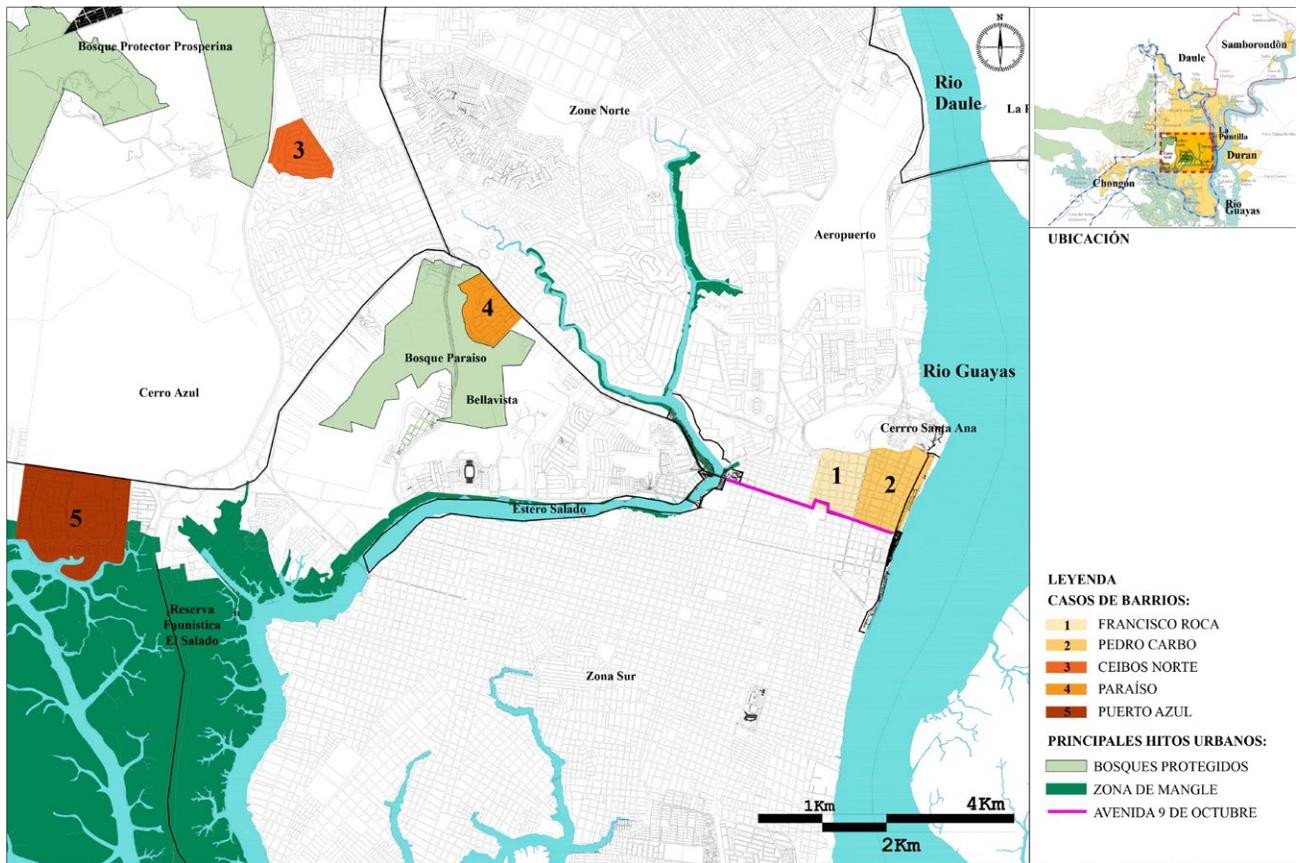
| Componente                        | Indicador   | Metodología   | Rango de parámetros   |  |  |
|-----------------------------------|---|---|---|--|--|
|                                   |   |   | Alto  | Medio  | Bajo   |
| Diversidad                        | Usos de suelo-<br>Porcentaje de la población con distancia a equipamientos: Instalaciones Sociales Básicas (ISB) (salud, educación, deportes, mercados)-<br>Distancia a estas ISB | Porcentaje de población cercana a la instalación en un radio de 300, 500 y 100 m. Educación 500 m. Salud básica 500 m. Hospitales 1 km. Deportes 500 m. Minimercados 500 m. | >50 % de la población tiene acceso                                | Entre el 50-30 % de la población tiene acceso                              | <30 % de la población tiene acceso                         |
|                                   | Áreas verdes (%)  | Porcentaje de área verde/Total de área UB.  | >30 %   | 12 %   | <4 %   |
|                                   | Distancia a áreas verdes y recreativas (desde un punto medio de la unidad barrial)  | Área verde (<1000 m <sup>2</sup> ) en un radio de 200 m.  | Instalación a una distancia <200 m                                | Instalación en un radio entre 200-750 m                                    | Instalación a una distancia >750 m                         |
|                                   |   | Áreas verdes (>1000 m <sup>2</sup> ) en un radio de 750 m.  | Instalación a una distancia <750 m                                | Instalación en un radio entre 750 m-2 km                                   | Instalación a una distancia >2 km                          |
| Porcentaje de suelo permeable (%) | Porcentaje de área de tierra/área verde total (descontando áreas de circulación y áreas pavimentadas).  | >10 %   | 5 %   | < 2 %  |  |
| Movilidad                         | Proximidad a los sistemas de transporte público   | Porcentaje de población cercana a una parada de autobús en un radio de 300 m  | Proximidad en un radio de 300 m                                   | Proximidad en un radio de 500 m  | Proximidad en un radio de 1000 m                           |
|                                   | Reparto del viario público peatonal-<br>Porcentaje peatonal/vehicular   | Porcentaje área peatonal/ área vehicular.   | 50 % de las vías peatonales (con relación a las vías vehiculares) | Hasta el 15 % de las vías peatonales (con relación a las vías vehiculares) | <15 % de vías peatonales (con relación a vías vehiculares) |
|                                   | Ciclovías   | Cerca en un radio de 300-500-1000 m   | Accesibilidad en un radio de 300 m                                | Accesibilidad en un radio de 500 m   | Accesibilidad en un radio de 1000 m                        |
|                                   | Accesibilidad universal (rampas, pasamanos)   | Porcentaje de longitud de rutas accesibles.   | Continuidad total   | Más del 30 % de continuidad  | Menos del 30 % de continuidad                              |
| Calidad del medio ambiente        | Calidad del aire  | Sensores de calidad del aire-CO <sub>2</sub> -ppm.  | <300 ppm  | 300-400 ppm  | >400 ppm   |
|                                   | Confort acústico  | NEC 11- Normativa Ecuatoriana de la Construcción.   | <50 dB  | 50-60 dB   | >60 dB   |
|                                   | Confort térmico   | NEC 11- Normativa Ecuatoriana de la Construcción.   | -----   | 18°-26° C  | -----  |

Continua »

| Componente   | Indicador                         | Metodología   | Rango de parámetros |       |       |
|--|-----------------------------------|---|---------------------|-------|-------|
|  |                                   |   | Alto                | Medio | Bajo  |
| Relación con bosques protectores y remanentes de bosques | Distancia a bosques protegidos    | En un radio de 1 km, considerado como distancia máxima caminable. | <1 km               | 1 km  | >1 km |
|  | Distancia a remanentes de bosques | En un radio de 1 km, considerado como distancia máxima caminable. | <1 km               | 1 km  | >1 km |

**Fuente:** elaborado por Delgado (2022) con base en indicadores de sostenibilidad (Málaga, 2010) y resultados de proyecto de investigación (Delgado, 2021).

**Figura 7.** Ubicación de los casos de unidades barriales en el centro de la ciudad



**Fuente:** redibujado por L. Vasco (2023), basado en mapas municipales. CC BY-NC 4.0.

## RESULTADOS

### Nivel de territorio metropolitano

Entre 1985 y 2021 se alcanzaron las tasas más altas de deforestación en el territorio de conurbación de Guayaquil (tabla 3).

La degradación de los bosques de Guayaquil es un proceso que, lamentablemente, se espera que continúe a largo plazo. Así, una carretera principal

planificada atravesará un área natural protegida, el bosque Cerro Blanco, conectando el noroeste de la ciudad con el nuevo aeropuerto en el área de Daular (Alcaldía de Guayaquil, 2021; Delgado 2019). Este proyecto de infraestructura aún no cuenta con un plan público socializado de medidas que disminuyan el impacto ambiental. Además, otro proyecto de conectividad a largo plazo atravesaría la zona de manglares conocida como Reserva Faunística Manglares del Salado (figura 8), conectando el sur de la ciudad (Viaducto Sur) con el

nuevo aeropuerto (2020-2023) (Alcaldía de Guayaquil, 2021).

Adicionalmente, existen planes para nuevos proyectos de vivienda social en la periferia de la ciudad, ubicados fuera de los límites municipales, siguiendo el último Plan Territorial de Desarrollo Urbano de Guayaquil 2021 (Alcaldía de Guayaquil, 2021), sin considerar políticas de inclusión de estos proyectos de vivienda social en los vacíos urbanos en el centro de la ciudad (Delgado, 2021).

**Tabla 3.** Áreas deforestadas de los bosques protegidos de Guayaquil

| Área protegida                             | Acuerdo ministerial de área protegida | Área (ha)        | Área (ha)-PDOT 2021 | Área deforestada (ha) | %    |
|--|---------------------------------------|------------------|---------------------|-----------------------|------|
| <b>ECOSISTEMA BOSQUE SECO TROPICAL</b>     |                                       |                  |                     |                       |      |
| Cerro Blanco                               | N.º 143, 20 de abril de 1989          | 6,078            | 5,956               | 122                   | 2    |
| El Paraíso                                 | N.º 60, 10 de febrero de 1989         | 420 <sup>a</sup> | 298                 | 121                   | 28,8 |
| La Prosperina                              | N.º 23, 15 de abril de 1994           | 570 <sup>a</sup> | 242                 | 328                   | 57   |
| Palo Santo                                 | N.º 38, 31 de julio de 1986           | 10               | 4                   | 6                     | 60   |
| Bosqueira                                  | N.º 122, 25 de noviembre de 2009      | 130              | 130                 | SD                    | SD   |
| Papagayo de Guayaquil                      | N.º 105, 3 de agosto de 2012          | 3,602            | 3,462               | 140                   | 4    |
| <b>ECOSISTEMA MANGLAR</b>                  |                                       |                  |                     |                       |      |
| Reserva de Producción Manglares del Salado | N.º 142, 13 de noviembre de 2002      | 10,635           | 15,535 <sup>b</sup> | SD                    | SD   |
| <b>TOTAL 717</b>                           |                                       |                  |                     |                       |      |

<sup>a</sup> Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE, 2015). <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/>

<sup>b</sup> Datos Cantón Guayaquil (PDOT, 201).

**SD:** sin datos.

**Fuente:** elaboración propia (2022) con base en PDOT (2021) y MAE (2015).

En cuanto a las áreas verdes dentro de los límites municipales de la ciudad, existen imprecisiones en los datos del índice verde urbano. Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador (INEC), en 2010 era de 1,12 m<sup>2</sup>/habitante. Luego, en 2014, según la Municipalidad era de 24,8 m<sup>2</sup>/habitante<sup>3</sup>. Esta última cifra contrasta con la mencionada en el Plan de Manejo de Áreas Verdes de Guayaquil, elaborado por CAF (2018) que indica un resultado de 3 m<sup>2</sup>/hab., incluyendo únicamente las áreas verdes dentro del área municipal y árboles junto con la infraestructura vial. Además, la mayoría de las parroquias urbanas de Guayaquil presentan

un alto índice de suelo impermeable, como Ximena, Pascuales y Tarqui, con 74, 47 y 22 %, respectivamente (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos [CLIRSEN], 2011).

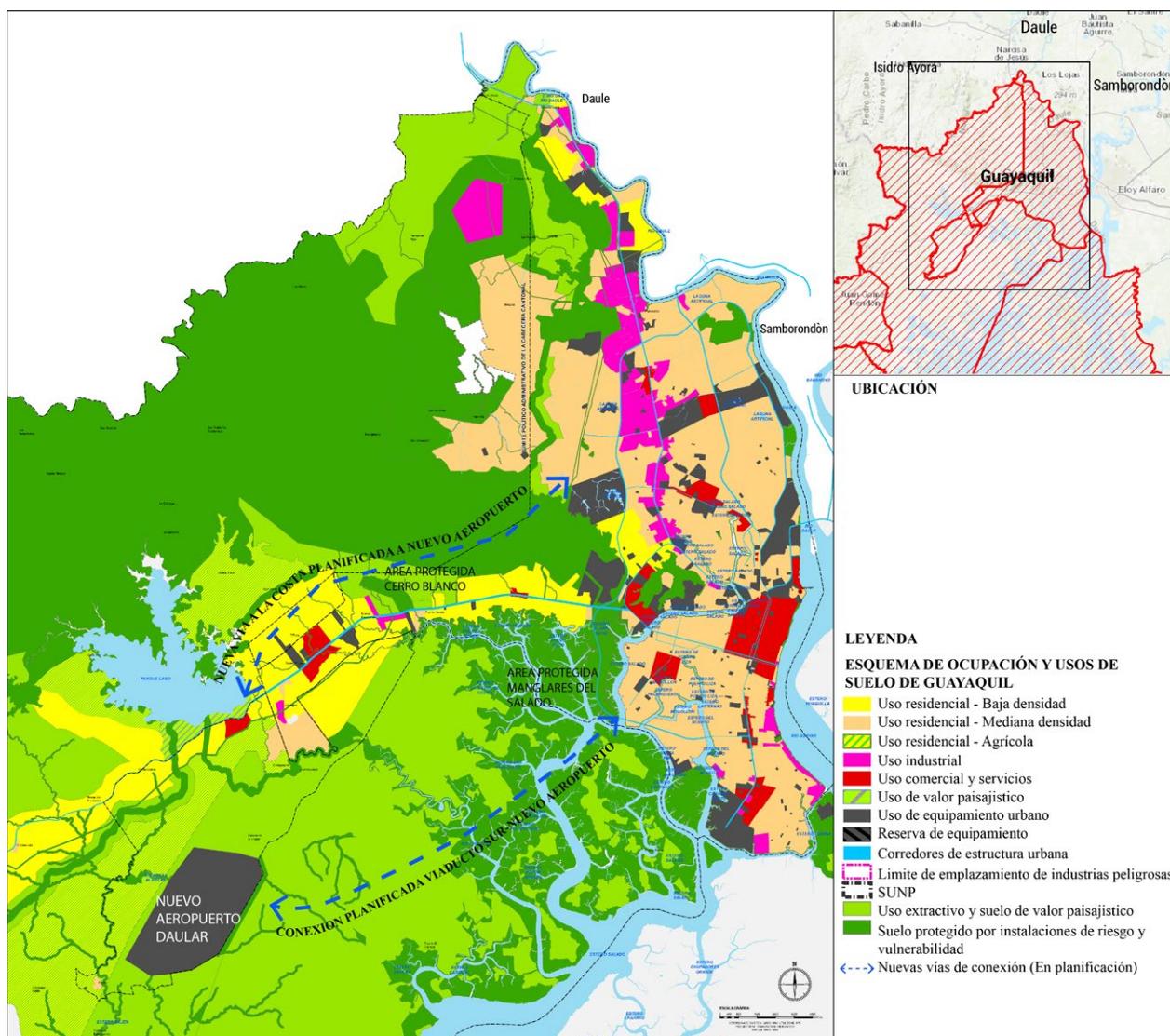
La aplicación de instrumentos de ordenamiento territorial para la captura de plusvalías en Guayaquil aún se encuentra relativamente en fase inicial y se utilizan en su mayoría instrumentos tributarios, pero sin una norma que los canalice hacia proyectos prioritarios de desarrollo urbano social o de infraestructura. Un instrumento utilizado principalmente es

<sup>3</sup> Incluyendo áreas de bosques protegidos fuera de los límites municipales de Guayaquil, además de plazas públicas, instalaciones deportivas, cementerios, solares baldíos e instalaciones industriales.

la Contribución para Mejoras (CM), para financiar infraestructura urbana. En Ecuador, este instrumento está regulado por el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (Presidencia de la República del Ecuador, 2015; Delgado, 2016), y su implementación depende de cada gobierno local.

Sin embargo, estos instrumentos aún no se utilizan en Guayaquil para financiar infraestructura urbana verde (corredores verdes, parques inundables, programas de reforestación), a pesar de la necesidad y los beneficios para prevenir las consecuencias del cambio climático.

**Figura 8.** Plan Maestro de Usos Actuales del Suelo de Guayaquil y proyecciones de conectividad de la futura infraestructura vial



**Fuente:** redibujado por L. Vasco (2023) con base en mapas municipales. CC BY-NC 4.0.

### Nivel de barrio

A partir del estudio de los casos a nivel de barrio, se estableció información relevante y los patrones urbanos para cada caso (figura 9).

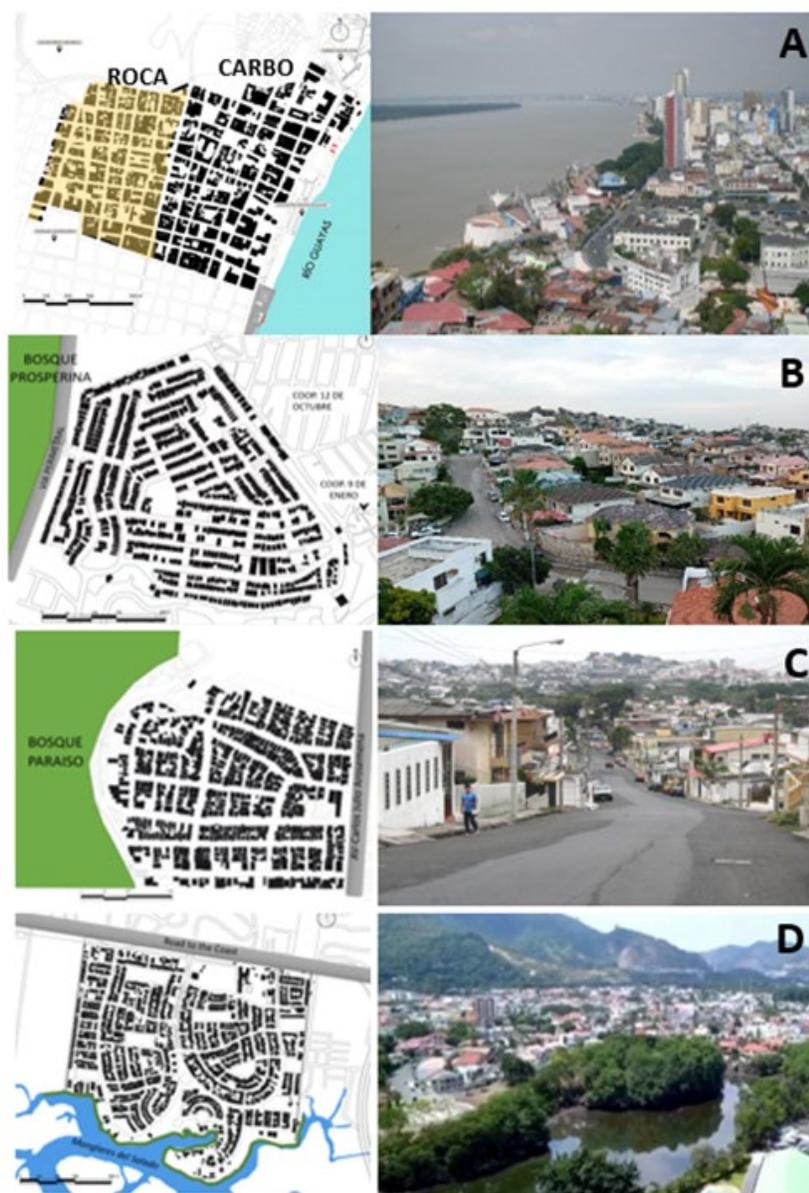
La tipología de vivienda y el área en hectáreas de cada unidad barrial y por cada uno de los casos se describen en la figura 10.

Al aplicar la metodología indicada de parámetros para indicadores de sostenibilidad urbana se obtuvieron los principales resultados (tabla 4).

De los resultados se infiere para cada indicador lo siguiente:

**Forma urbana:** La baja densidad es estándar para todos los casos, inferior a 130 hab./ha; solo para el caso Paraíso la densidad es de 247 hab./ha. Así, para los casos del Centro, para Roca es de 90 hab./ha; para Carbo, 44 hab./ha; Ceibos Norte, 124 hab./ha, y Puerto Azul, 99 hab./ha. La tipología de vivienda en el caso del Centro (parroquias Roca y Carbo) difiere de otras en cuanto a la altura. Así, en el Centro, los edificios van desde dos hasta 35 plantas con una altura media de 22 m. En los casos del Centro, a pesar de contar con edificios de altura, hay una baja densidad, reflejando una reducida capacidad de retención y atracción de la población para usos residenciales.

**Figura 9.** Patrones urbanos y fotos de casos de barrios. A. Centro: Carbo-Roca; B. Ceibos Norte; C. Paraíso; D. Puerto Azul



**Fuente:** elaboración propia (2021). CC BY-NC 4.0.

En los demás casos de barrios, la tipología edificatoria se compone principalmente de viviendas de una a dos plantas. El indicador de densidad influye en los resultados de compactidad, además de los indicadores de confort, como en el caso del Centro donde se percibe el fenómeno de la isla de calor (Palacios et al.,

2017; Palme et al., 2016). Este indicador en los casos del Centro es para Roca 8,13 m. y para Carbo 7,14 m., como resultado de la altura de las edificaciones en estas dos parroquias. Para el resto de los casos el indicador de compactidad es bajo, así para Ceibos Norte es 3,32 m; Puerto Azul 2,5 m, y Paraíso 1,92 m.

**Figura 10.** Área y tipología de viviendas de los casos de unidades barriales

| INDICADOR               | CASOS   |   |   |  |  |  |
|-------------------------|---|---|---|--|--|--|
|                         | CASO 1  | CASO 2  | CASO 3  | CASO 4   | CASO 5   | CASO 6   |
|                         | CENTRO-ROCA   | CENTRO-CARBO  | CEIBOS NORTE  | PARAISO  | PUERTO AZUL  | CISNE 2  |
| Area ( HA) / Área (HA)  | 42,48   | 65,25   | 37,3  | 21   | 80,08  | 43,97  |
| Tipologías de viviendas | Las viviendas en su mayoría son departamentos en edificios de gran altura, casas colectivas y viviendas unifamiliares.<br> | Las viviendas en su mayoría son departamentos en edificios de gran altura, casas colectivas y viviendas unifamiliares.<br> | Las viviendas son villas de 1 a 2 plantas, algunas aterrazadas debido a la irregularidad del terreno, por lo que sus alturas varían. Hasta lo 4 pisos, según el uso de la edificación.<br> | Las viviendas son villas de 1 a 3 plantas, que varían sus alturas y algunas son aterrazadas debido a la irregularidad del terreno.<br> | Las viviendas son villas de 1 a 3 plantas, que varían sus alturas y un 20% son departamentos.<br> | Las viviendas son villas de 1 a 2 plantas, adosadas y semiadosadas.<br> |

**Fuente:** elaboración propia (2021). CC BY-NC 4.0.

**Tabla 4.** Resultados del análisis de los casos de estudio

| Componente   | Indicador  | Centro-Roca | Centro-Pedro Carbo | Ceibos Norte | Paraíso | Puerto Azul |
|--|--|-------------|--------------------|--------------|---------|-------------|
| Forma urbana   | Densidad (hab./ha)   | Alta        | Alta               | Media        | Baja    | Baja        |
|  | Densidad (unidades habitacionales/ha)  | Alta        | Alta               | Media        | Baja    | Baja        |
|  | Porcentaje de tierra ocupada   | Alta        | Alta               | Media        | Baja    | Media       |
|  | Porcentaje de terrenos baldíos (%)   | Alta        | Alta               | Media        | Baja    | Baja        |
|  | Compacidad   | Baja        | Baja               | Alta         | Alta    | Alta        |
| Diversidad   | Usos del suelo: Porcentaje de la población con acceso a equipamientos (%) (salud, educación, deportes, mercados) | Baja        | Baja               | Alta         | Alta    | Alta        |
|  | Áreas verdes (%)   | Alta        | Alta               | Alta         | Alta    | Alta        |
|  | Distancia (m) a áreas verdes y recreativas (desde un punto medio de la unidad barrial)                           | Alta        | Alta               | Alta         | Alta    | Alta        |
|  | Porcentaje de suelo permeable (%)  | Alta        | Alta               | Media        | Baja    | Baja        |
| Movilidad  | Proximidad a los sistemas de transporte público  | Baja        | Baja               | Alta         | Alta    | Alta        |
|  | Reparto del viario público peatonal- Porcentaje peatonal/ vehicular  | Alta        | Alta               | Alta         | Alta    | Alta        |
|  | Ciclovías  | Alta        | Alta               | Alta         | Alta    | Alta        |
|  | Accesibilidad universal (rampas, pasamanos)  | Media       | Media              | Alta         | Alta    | Alta        |
| Calidad del medio ambiente                               | Calidad del aire   | Alta        | Alta               | Alta         | Alta    | Alta        |
|  | Confort acústico   | Alta        | Alta               | Alta         | Alta    | Alta        |
|  | Confort térmico  | Alta        | Alta               | Alta         | Alta    | Alta        |
| Relación con bosques protectores y remanentes de bosques | Distancia a bosques protegidos   | Alta        | Alta               | Alta         | Baja    | Baja        |
|  | Distancia a remanentes de bosques  | Alta        | Alta               | Baja         | Baja    | Baja        |
| Simbología:  |  | Alta        |                    | Media        |         | Baja        |

**Fuente:** elaboración propia (2022) con base en Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de Sevilla (Rueda, 2008), y el Sistema de Indicadores para ciudades Grandes y Medias de la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (AEUB, 2008; 2022).

**Diversidad:** Para el componente diversidad, los casos presentan usos de suelo diversos. Así, con respecto a la distancia de los equipamientos, los casos del Centro muestran un nivel de sostenibilidad alto al disponer de la mayoría de los equipamientos como salud, educación y mercados a una distancia entre 100 y 500 metros desde el centro de la unidad barrial. Ceibos Norte y Puerto Azul presentan un nivel medio-bajo de sostenibilidad, debido a que no cuentan en estas urbanizaciones con instituciones educativas o de salud, si bien cuentan con equipamientos comerciales o recreativos con radio de influencia de unidad barrial. Con respecto al porcentaje de áreas verdes, la mayoría de los casos tienen un nivel bajo.

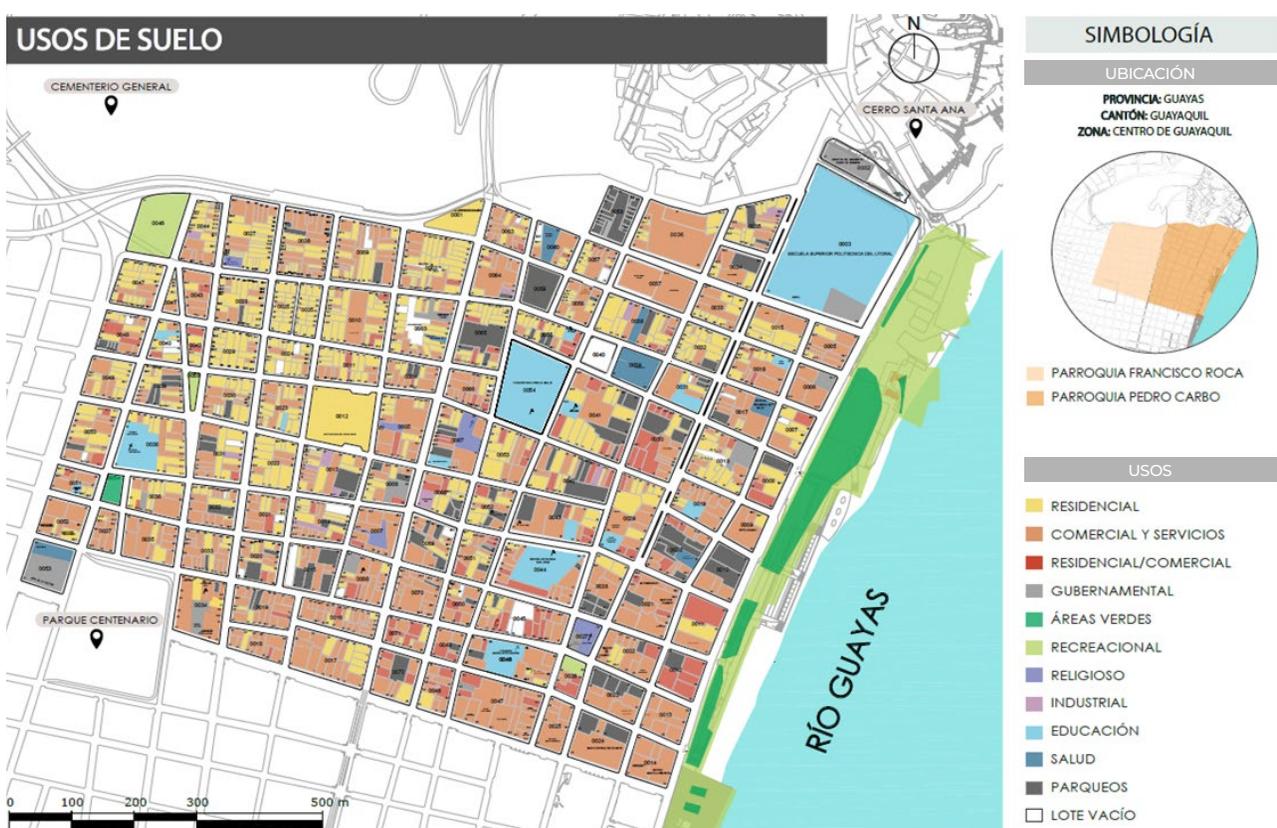
Existe también una alta tasa de suelo impermeable, especialmente en el Centro, donde llega al 90 %. Las áreas verdes en las unidades barriales estudiadas son insuficientes en algunos de los casos. Así, en el centro, la parroquia Carbo se beneficia del Malecón de la ciudad y el río Guayas, lo que le da un 12 % de áreas verdes, en el interior estas son casi inexistentes, solo existe arbolado ubicado en partes. En Roca, las áreas verdes corresponden a tres parques, con un 2 % del área total de la parroquia, si bien se benefician de áreas de parques en el exterior de la parroquia (figura 11). En el resto de los casos, el indicador de área verde corresponde en el caso Ceibos Norte, a un 9 %; caso Paraíso, 1,3 % —aun cuando este caso se beneficia de la influencia directa del

Bosque Protector Paraíso—, y el caso Puerto Azul, con un 11 % de áreas verdes y se beneficia del área protegida del Estero Salado (figura 12). En cuanto al indicador distancia a áreas verdes, este es medio-bajo para todos los casos, con distancias promedio desde el punto medio de la unidad barrial de 500 m para el caso Roca, y 300 m para el resto de los casos.

El indicador de permeabilidad del suelo es bajo, 1,74 y 1,72 % para las parroquias Roca y Pedro Carbo. Por tanto, existe la necesidad de incrementar este indicador para disminuir los efectos de la isla de calor urbana y el riesgo de inundación en el centro de Guayaquil. En el resto de los casos, para Ceibos Norte es 5,45 %; Paraíso, 4,2 %, correspondiendo a un nivel medio, y solo el caso Puerto Azul presenta un nivel de 12,45 %, debido a que se incluyen zonas aledañas al estero y manglares.

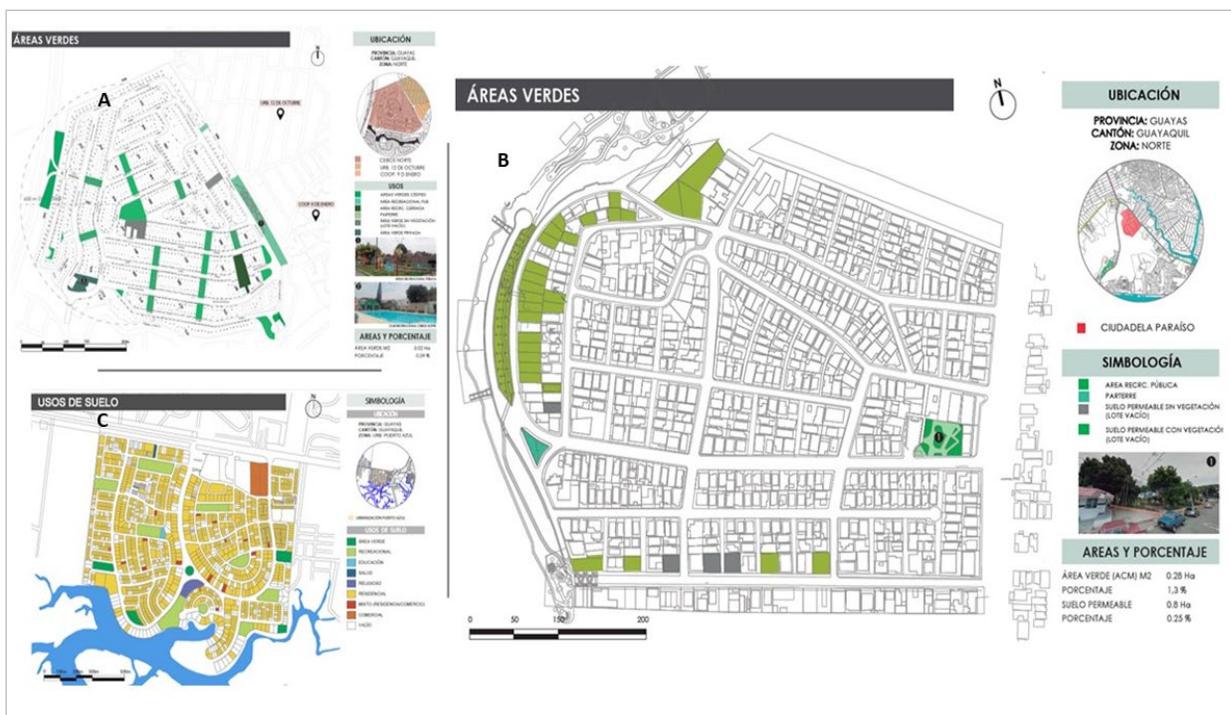
**Movilidad:** Este también es uno de los indicadores más críticos. Solo en los casos del Centro, Roca y Pedro Carbo tienen un rango alto, ya que cuentan con diferentes paradas de autobús dentro del área y ciclovías (aunque estas no son continuas). De esta forma, las paradas de autobuses de la Metrovía, que es un sistema de buses interconectados BRT (*Bus Rapid Transit*), están en un radio de 300 metros medidos desde el punto medio de la unidad barrial; también hay una distancia de 500 metros hasta la estación del sistema de transporte aéreo suspendido Aerovía, que comunica a esta parroquia y al Centro con el cantón Durán, al otro lado del río Guayas.

**Figura 11.** Usos de suelo. Parroquias Roca y Pedro Carbo



**Fuente:** elaboración propia (2021) con base en los resultados del proyecto FCI Forma Urbana-001-2021-UG. CC BY-NC 4.0.

**Figura 12.** Áreas verdes. A. Ceibos Norte; B. Paraíso, y usos de suelo; C. Puerto Azul



**Fuente:** elaboración propia (2021), con base en los resultados del proyecto FCI Forma Urbana-001-2021-UG. CC BY-NC 4.0.

Todos los demás casos tienen un rango bajo de parámetros con respecto a este indicador; no cuentan con paradas de autobús dentro de sus áreas, ni ciclovías y el porcentaje de circulación peatonal, es decir, el área destinada para los peatones, es inferior al 15 %. Además, en cuanto a la accesibilidad universal, solo en el caso del Centro existen rampas y pasamanos en las aceras —especialmente en la principal zona comercial—. En otros casos, esto no existe.

**Calidad ambiental:** En cuanto a la calidad del aire para Guayaquil, siguiendo el Índice de Calidad del Aire, la concentración de material particulado (PM) 2,5 es aceptable, oscila entre 45 y 50, con un límite máximo permisible de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (MAE, 2020). Debido a limitaciones de la investigación, no hubo posibilidad de probar la calidad del aire en cada caso de estudio. Sin embargo, esta medición se realizó para el caso de Ceibos Norte, en el cual se utilizaron sensores para medir los niveles de CO con resultados que arrojaron una calidad del aire aceptable, de entre 300-400 ppm (partes por millón) (Burbano, 2022).

En cuanto al confort acústico, en el centro de la ciudad los decibeles (dB) pueden llegar a 70-80 (El Universo, 2020). Esta medida, en otros casos, corresponde a 60-70 dB (Calero et al., 2017). En ambos casos, estos valores

sobrepasan el límite máximo de 50 dB, indicado por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1999).

Con relación al confort térmico, el Centro está muy afectado por el fenómeno de la “isla de calor”<sup>4</sup> (Palacios et al., 2017), que en la calle puede ser compensado por la tipología de vivienda de *soportales*, un modelo de vivienda característico del centro de Guayaquil, y consiste en un área cubierta en la planta baja de las edificaciones que protege al peatón de las condiciones de sol y lluvia (Santana, 2015). Sin embargo, en los otros casos de estudio de esta investigación esta característica no existe.

**Relación con los bosques y la deforestación:**

El caso del Centro tiene la conexión histórica más extendida con los sistemas ecológicos de Guayaquil, los esteros y el bosque seco tropical, aunque al presente no existe. Fue el lugar de fundación de la ciudad en 1574, al pie del río Guayas, a un lado del cerro Santa Ana. Actualmente, no existen esteros en el centro de la ciudad y solo algunos árboles como recordatorio del bosque seco tropical del cerro Santa Ana. Sin embargo, sigue presente la relación del centro con el río Guayas. Su ribera fue escenario del proyecto de renovación urbana Malecón 2000 (2,3 km de extensión), destinado a redefinir la

<sup>4</sup> Fenómeno que se conoce como el aumento de las temperaturas de la ciudad en relación con el medio rural inmediato (Palme et al., 2016).

relación de la ciudad con el río —con resultados controvertidos— y atraer inversiones y turismo (Andrade, 2007; Delgado, 2013).

El caso de Puerto Azul tiene relación directa con los manglares por su ubicación, con el área protegida Reserva Faunística Manglares del Salado. Paraíso es un caso que también tiene una relación directa con un área protegida, con el bosque seco tropical. No existe un plan de manejo para la protección de su bosque, y es amenazado por incendios forestales.

El caso de Ceibos Norte, a diferencia de los demás, tiene una relación indirecta con el bosque de Prosperina, ubicado al oeste del área y separado por una carretera perimetral. Sin embargo, en sus bordes perimetrales quedan parches remanentes de este bosque a una distancia menor a los 500 m, medidos desde un eje central de la unidad de barrio. En resumen, todos los casos seleccionados tienen una relación directa de menos de 1 km (tabla 2), con bosques protegidos de la ciudad o remanentes de bosques, lo cual corrobora uno de los criterios de selección de estos casos.

## DISCUSIÓN

La investigación realizada permitió, en concordancia con otros estudios realizados en Ecuador (Hermida-Palacios et al., 2015) y en América Latina (Moreno & Inostroza, 2019; Paraguay MUVH, 2021) en Chile y Paraguay, respectivamente, identificar las serias falencias en cuanto a indicadores urbanos y a la relación con áreas verdes y bosques. De esta forma, se pone de manifiesto la necesidad de repensar el modelo urbano aplicado en las ciudades ecuatorianas, y en Guayaquil en particular, en busca de alternativas más sustentables que permitan elevar la calidad de vida de la población de una manera más integral.

En el presente estudio, las limitaciones encontradas se refieren al número de casos de unidades barriales analizadas, que, si bien fueron seleccionados con base en su representatividad y accesibilidad de estudio —considerando en especial la relación con el entorno circundante, especialmente bosques protegidos y remanentes de bosques—, no pretenden cubrir la diversidad de unidades barriales de la ciudad. Sin embargo, los casos analizados permitieron discernir los componentes propuestos por el estudio, en cuanto a la forma urbana, diversidad, movilidad y calidad ambiental, con sus respectivas variables e indicadores, así como el componente de relación con bosques y remanentes de bosques, como una variable de sostenibilidad que podría promover el desarrollo de futuros estudios para la construcción del índice sintético de sostenibilidad.

Una consideración especial para el estudio de los casos fue acerca de la medición de la

La mayoría de los bosques de Guayaquil, a pesar de su importancia, están siendo deforestados, principalmente debido a la expansión urbana, la minería, el comercio ilegal, los incendios forestales y la falta de planificación para la conservación de la biodiversidad. En junio de 2011, el municipio de Guayaquil designó por primera vez un remanente de 1,8 hectáreas de bosque seco tropical en Samanes I (norte de Guayaquil) como zona de conservación. El municipio nunca había recuperado remanentes de bosques tropicales secos para la conservación (El Universo, 2021). Los remanentes de bosque seco tropical que se encuentran en cerro El Paraíso, Cerro Blanco y Prosperina están degradados y amenazan constantemente con ser urbanizados o minados. Así, en 2017, el MAE cerró una cantera que cruzaba los límites de Cerro Blanco (6078 ha). El área dañada alcanzó una superficie de aproximadamente 20.000 m<sup>2</sup> (Yáñez, 2018). De igual manera, en los bordes inferiores del bosque seco se encuentran bosques de manglares amenazados por el desarrollo residencial (como es el caso analizado para Puerto Azul) y camaroneras.

equidad social y verde de los barrios, en cuanto al área de espacios recreativos y la distancia, en línea con otros estudios que promueven estos aspectos, como la regla “3-30-300”, que indica la contribución crucial de los bosques y la naturaleza para el bienestar y la salud de las personas (Konijnendijk, 2022).

Adicionalmente, con respecto al tejido urbano, la restauración y la reforestación pueden transformar parques más grandes en bosques urbanos que brindarían un hábitat para aves y otras especies, al mismo tiempo que aumentarían las superficies porosas para la reducción de inundaciones y la gestión de aguas pluviales.

Por otra parte, en relación con la implementación de instrumentos de captura de valor del suelo para el financiamiento de infraestructura verde resiliente, en línea con otros estudios (Grafakos et al., 2019), esta es casi nula o insuficiente. Existen limitaciones administrativas, técnicas y políticas al respecto. Sin embargo, algunos instrumentos ya utilizados en el PDOT del municipio de Guayaquil, tales como los incentivos de edificabilidad por espacio libre permeable, pudieran ser más efectivos que los impuestos o contribuciones por mejoras para financiar resiliencia urbana, algo similar con otros estudios (Grafakos et al., 2019).

Adicionalmente, se requieren operaciones de restauración primaria para reparar la pérdida y fragmentación del hábitat de los bosques. De esta forma, con el tiempo, se puede crear una conexión significativa para vincular mosaicos

de ecosistemas bien conservados agregando corredores verdes a lo largo de las orillas del agua para los manglares, y conectarlos con el bosque tropical seco. Además, se sugiere limitar la transferencia de tierras agrícolas para urbanizarlas, lo que beneficiaría las áreas donde se pueden conservar secciones de los bosques remanentes, como en el caso del bosque de Cerro Blanco. Así, para el bosque tropical seco, será necesario implementar estrategias de reforestación para restaurar la composición de las comunidades vegetales, que son características de este ecosistema, considerando que este bosque es de crecimiento lento, a diferencia del manglar (Molina et al., 2015).

Finalmente, en un plazo que fomente la recolonización de pequeños parches de bosques cercanos a ecosistemas bien conservados en

las áreas mencionadas, existe una mayor probabilidad de supervivencia si estos se integran como espacios recreativos para la comunidad. Esta integración de parches mejoraría la relación del ciudadano con los remanentes en buen estado de conservación. Además, estos lugares pueden convertirse en oportunidades para el turismo ecológico, la educación y la investigación, mejorando así la calidad de vida y el bienestar general. Por lo tanto, al planificar Guayaquil, es importante considerar la selección de estos parches para su conservación, así como la creación de corredores verdes que conecten los fragmentos cercanos a áreas urbanizadas. Además, se sugiere utilizar estos espacios como superficies permeables para reducir el riesgo de inundaciones y la vulnerabilidad (Darmstadt et al., 1996; Marcus et al., 2019).

## CONCLUSIONES

Esta investigación describe los desafíos de sostenibilidad relacionados con la planificación urbana metropolitana de Guayaquil. En este territorio es fundamental proteger los bosques existentes, y se requieren políticas urbanas que consideren los temas sociales y ambientales en los planes de la ciudad. De igual manera, las actividades mineras deben ser reguladas o canceladas para reducir los impactos ecológicos. Por lo tanto, sería beneficioso restaurar la tierra que ha sido degradada. En esa misma línea, la infraestructura, como nuevas carreteras o túneles, debe contemplar la perturbación cero de parches más grandes de ecosistemas bien conservados, para reducir la pérdida de hábitat y asegurar dinámicas de la metapoblación.

Los resultados de esta investigación permiten inferir los desafíos ambientales de la ciudad de Guayaquil y se podría usar la metodología propuesta para ciudades con problemáticas similares, considerando las diferencias en contexto y climas. Estos resultados serán, a su vez, utilizados en una extensión del presente proyecto de investigación y para futuros estudios con respecto a la variable de relación con bosques circundantes y para la construcción del índice de sostenibilidad para el planteamiento de medidas de mitigación, remediación y mejoramiento del medio ambiente urbano y la ecología circundante.

La planificación a escala de ciudad y de barrio tiene numerosos desafíos y debe incluir la restauración de vínculos con los bosques protegidos y los sistemas ecológicos cercanos, como el bosque tropical seco y los manglares, además de la creación de planes de manejo que ayuden a preservar y restaurar estos vínculos.

En suma, en cuanto a la protección y restauración forestal, las expectativas, debido a las deficiencias técnicas y administrativas por la falta de un plan de manejo y control municipal, no son optimistas. Los bosques de Guayaquil aún no son vistos como capital natural o áreas para ser capitalizadas por sus servicios ecosistémicos. Es necesario, por tanto, realizar más investigaciones para comprender los efectos del proceso de deforestación y mejores planes de mitigación para restaurar estas áreas naturales.

La propuesta de recuperación del valor de la tierra como mecanismo de financiamiento de infraestructura verde es un factor que podría impactar positivamente en el desarrollo urbano sostenible de Guayaquil, a pesar de las limitaciones mencionadas. Sin embargo, el presente estudio permite identificar variables esenciales a escala de barrio, como forma urbana, diversidad, movilidad, calidad ambiental y relación con bosques urbanos, para la definición de políticas y planes de mejoramiento de la calidad ambiental y social de Guayaquil.

## REFERENCIAS

Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (AEUB). (2008, febrero). *Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla*. Servicio Observatorio de Sostenibilidad Urbanística. <https://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0681581.pdf>

- Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (AEUB). (2022). *Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas*. Red de redes de Desarrollo Local Sostenible AL21. <https://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0722854.pdf>
- Alcaldía de Guayaquil. (2021). *Plan de ordenamiento territorial, uso y gestión del suelo (PDOT)*.
- Alencastro, A. (2019, 3 de abril). *La vía a la costa y la explotación de canteras: Pasado, Presente y Futuro* [blog]. <https://arnoldoalencastro.wordpress.com/2019/04/03/la-via-a-la-costa-y-la-explotacion-de-canteras-pasado-presente-y-futuro/>
- Alongi, D. (2012). Carbon sequestration in mangrove forests. *Carbon Management*, 3(3), 313-322. <https://doi.org/10.4155/cmt.12.20>
- Andrade, X. (2007). "More City", less citizenship: Urban renovation and the annihilation of public space. En *Urban regeneration and revitalization in the Americas*. Flacso, Woodrow Wilson International Centre for Scholars. [https://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/%25f/agma/files/FA-AGORA-2007-Carrion\\_0.pdf](https://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/%25f/agma/files/FA-AGORA-2007-Carrion_0.pdf)
- Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2006). *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*. Island Press.
- Brugmann, J. (2011). *Financing the resilient city: A demand-driven approach to development, disaster risk reduction and climate adaptation*. ICLEI.
- Burbano, P. (2022). *Interfaz gráfica de monitoreo de la calidad del aire en un sector residencial de Guayaquil*. Caso Ceibos Norte [Tesis de titulación]. Universidad Católica Santiago de Guayaquil. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/18427/1/T-UCSG-PRE-ING-CIC-13.pdf>
- Burel, F., & Baudry, J. (2003). *Landscape ecology: concepts, methods, and applications*. Science Publishers, Inc. <https://doi.org/10.1201/9781439844175>
- Calero, L., Calero, M., & Andrade M. (2017). Indicador ambiental-acústico en la calidad de la vida urbana de Guayaquil. *Yachana*, 6(3), 93-100. [https://www.researchgate.net/publication/332543837\\_INDICADOR\\_AMBIENTAL-ACUSTICO\\_EN\\_LA\\_CALIDAD\\_DE\\_VIDA\\_URBANA\\_DE\\_GUAYAQUIL](https://www.researchgate.net/publication/332543837_INDICADOR_AMBIENTAL-ACUSTICO_EN_LA_CALIDAD_DE_VIDA_URBANA_DE_GUAYAQUIL)
- Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN). (2011). *Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional*. Esc: 1: 25000. Evaluación de tierras por su capacidad de uso. Guayaquil Cantón.
- Corporación Andina de Fomento (CAF). (2018). *Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en Guayaquil*. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1276>
- Darmstadt, W., Olson, J., & Forman, R. (1996). *Landscape ecology principles in landscape architecture and Land-use planning*. Harvard University Graduate School of Design and the American Society of Landscape Architects, Island Press.
- Delgado, A. (2013). Guayaquil. *Cities*, 31, 515-532. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2011.11.001>
- Delgado, A. (2016). El desarrollo de viviendas de interés social y la movilización de plusvalías en el centro de Guayaquil. ¿Restricción u oportunidad? *Revista de Urbanismo-Chile*, 35. <https://doi.org/10.5354/0717-5051.2016.42170>
- Delgado, A. (2019). *Guayaquil. Pasado, presente y futuro*. Editorial UEES.
- Delgado, A. (2021). *Evaluación de la forma urbana y su influencia en la sostenibilidad y el bienestar social residencial*. Reporte de proyecto. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Guayaquil.
- Demuzere, M., Orru, K., Heidrich, O., Olazábal, E., Geneletti, D., Orru, H., Bhave, A.G., Mittal, N., Feliu, E., & Faehnle, M. (2014). Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. *Journal of Environmental Management*, 146, 107-115. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.025>
- Ding, X. H., Zhang, S. X., Zhong, W. Z., & Jiang, Y. (2012). A novel indicator for assessing the spatial sustainability of cities in developing countries - A case study of Xi'an City. *Advanced Materials Research*, 616-618, 1335-1342. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.616-618.1335>

- Ecuador Forestal. (2010, 25 de julio). *El bosque de manglar, presente desde las entrañas de Guayaquil*. <https://ecuadorforestal.org/noticias-y-eventos/el-bosque-de-manglar-presente-desde-las-entrañas-de-guayaquil/>
- El Universo*. (2020, 5 de noviembre). Guayaquil tendrá mapa de ruido en diciembre; médico sugiere quitar pitos a buses urbanos y prohibir venta de altoparlantes. <https://www.eluniverso.com/guayaquil/2020/10/30/nota/8033047/zonas-guayaquil-contaminacion-acustica-ruido/>
- El Universo*. (2021, 7 de julio). En Guayaquil declaran área protegida al bosque seco de Samanes 1. <https://www.eluniverso.com/guayaquil/comunidad/en-guayaquil-declaran-como-area-protegida-al-bosque-seco-de-samanes-1-nota/>
- Escobar, L. (2006). Indicadores sintéticos de calidad ambiental. Un modelo general para grandes zonas urbanas. *Eure XXXII*, 96, 73-98.
- Félix, F. (2014). *Aves del bosque protector cerro el Paraíso*. [https://www.researchgate.net/publication/281286551\\_Aves\\_del\\_Bosque\\_Protector\\_Cerro\\_el\\_Paraiso#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/281286551_Aves_del_Bosque_Protector_Cerro_el_Paraiso#fullTextFileContent)
- Furtado, F., & Acosta, C. (2012). *Land value capture in Brasil, Colombia, and other countries of Latin America*. Lincoln Institute of Land Policy.
- García, R., & Seguel, L. (2019). Sostenibilidad urbana: análisis a escala barrial de la ciudad de Temuco-Chile. *Arquitectura Revista*, 15(1), 103-116. <https://doi.org/10.4013/arq.2019.151.06>
- Gómez-Baggethun, E., & Barton, D. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, 86, 235-245. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.019>
- Grafakos, S., Tsatou, A., López, A., & Summers, B. (2019). *Exploring the use of land value capture instruments for green resilient infrastructure benefits: A framework applied in Cali, Colombia*. Working Paper. WP19SG1.
- Hallegate, S., & Morlot J. C. (2013). Future flood losses in major coastal cities. *Nature Climate Change*, 3, 802-806.
- Hermida-Palacios, M., Cabrera, N., Orellana-Vintimilla, D., & Osorio-Guerrero, P. (2015). Evaluando la sustentabilidad de la densificación urbana. Indicadores para el caso de Cuenca-Ecuador. *Bitácora*, 25(2), 21-34. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v2n25.49014>
- Hernández, A. (2009). Calidad de vida y medio ambiente urbano. Indicadores locales de sostenibilidad y calidad de vida urbana. *Revista Invi*, 65(24), 79-111. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-83582009000100003>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) Ecuador. (2010). *Censo Nacional de Población*.
- Kennedy, C., Stewart, J., Ibrahim, N., & Facchini, A. (2014). Developing a multi-layered indicator set for urban metabolism studies in megacities. *Ecological Indicators*, 47, 7-15. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.07.039>
- Konijnendijk, C. (2022). Evidence based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3-30-300 rule. *Journal of Forestry Research*, 34, 821-830. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11676-022-01523-z>
- López Bernal, O. (2008). *La sustentabilidad urbana: una aproximación a la gestión ambiental de la ciudad*. Programa Editorial Universidad del Valle.
- Marcus, L., Pont, M. B., & Barthel, S. (2019). Towards a socio-ecological spatial morphology: integrating elements of urban morphology and landscape ecology. *Urban Morphology*, 23(2), 115-124. <https://doi.org/10.51347/jum.v23i2.4084>
- Madison, C., & Kovari, J. (2013). *Impact of green infrastructure on property values within the Milwaukee Metropolitan sewerage district planning area. Case Studies*. The University of Wisconsin-Milwaukee Center for Economic Development.
- Málaga. (2010). *Indicadores de Sostenibilidad 2010*. Observatorio de Ambiente Urbano, UMARU.
- Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE). (2015). *Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador*. <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/>

- Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE). (2020). *Norma de Calidad de Aire Ambiente o Nivel de Inmisión Libro VI Anexo 4*.
- Molina-Moreira, N., Lavayen-Tamayo, J., & Fabara-Suárez, M. (2015). *Árboles de Guayaquil*. Universidad Espíritu Santo.
- Moreno, R., & Inostroza, L. (2019). Sostenibilidad urbana: Análisis a escala barrial en la ciudad de Temuco, Chile. *Arquitectura Revista*, 15(1), 103-116. <https://doi.org/10.4013/arq.2019.151.06>
- Opdam, P., Steingrover, E., & Rooij, S. (2006). Ecological networks: A spatial concept for multi-actor planning of sustainable landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 75, 322-332. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.02.015>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (1999). *Guía para el ruido urbano*. Stockholm University-Karolinska Institute.
- Palacios, C., González, V., Dick, S., & Coello, M. (2017). La forma espacial de la isla de calor en Guayaquil. *Revista Investigation*. <https://doi.org/10.31095/investigation.2017.9.6>
- Palme, M., Lobato, A., & Carrasco, C. (2016). *Global warming and urban heat island in South-America: Estimating the impact on the thermal demand of residential buildings in the Pacific coastal cities by simulation studies in Chile, Peru, and Ecuador*. International Conference on Passive and Low Energy Architecture Cities.
- Paraguay, Ministerio de Urbanismo, Vivienda y Hábitat (MUVH). (2021). *Manual de Infraestructura Verde Urbana*. <https://www.muvh.gov.py/infraestructura-verde-urbana>
- Presidencia de la República de Ecuador (2015). *Código orgánico de organización territorial, autonomía y descentralización (COOTAD)*. [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_org.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf)
- República del Ecuador, Asamblea Nacional. (2016). *Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial Uso y Gestión del Suelo (LOOTUGS)*.
- Rueda, S. (2008). *Plan especial de indicadores de sustentabilidad ambiental de la actividad urbanística de Sevilla*. <https://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0681581.pdf>
- Sánchez, P., & Zamora, G. (2020). *Guayaquil: La ficción de un éxito. El impacto de la pandemia COVID 19 en el desarrollo inequitativo de las ciudades en desarrollo*. <https://saludyderechos.fundaciondonum.org/wp-content/uploads/2020/12/LA-FICCION-DE-UN-EXITO.pdf>
- Santana, C. (2015). Guayaquil, ciudad de soportales: Una reflexión acerca de su Importancia y uso actual. *Revista de Turismo y Patrimonio Cultural Pasos*, 13(3), 681-696. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88136217003>
- Smolka, M. (2013). *Implementing value capture in Latin America: Policies and tools for urban development*. Policy Focus Report. Lincoln Institute for Land Policy.
- Stanley, K. (2021). *Manual de infraestructura urbana*. Proyecto financiado por el Municipio de Asunción, Paraguay.
- Thorpe, N., Hargreaves, A., Mitchell, G., Namdeo, A., Wright, S., Brake, J., & Nelson, J. (2009). *Spatial development and the sustainability of urban areas*. 14th Hong Kong Society for Transport Studies International Conference: Transportation and Geography. Hong Kong, China.
- Tiepolo, M. (2007). El barrio marginado. Regularización en Guayaquil-Ecuador. *Working Paper No. 27*. Politécnico de Torino.
- Turner, M., & Gardner, R. (2015). *Landscape ecology in theory and practice: pattern and process*. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4939-2794-4>
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kazmierczak, A., Niemela, J., & Philip J. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using green infrastructure: A literature review. *Landscape and Urban Planning*, 81(3), 167-178. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.02.001>

- Verrewaere, S., & Wellens, E. (2010). *Water urbanisms, upgrading invasions settlements in the estuary of Guayaquil-Ecuador* [Tesis de maestría]. ASRO Department. KU. Leuven, Bélgica.
- Wong, C. (2015). A framework for city prosperity index. Linking indicators, analysis and policy. *Habitat International*, 45, 3-9. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.06.018>
- Yáñez, C. (2018,18 de abril). *Cerro Blanco: el bosque seco más grande de Guayaquil en peligro por la tala ilegal y por proyecto de infraestructura*. <https://es.mongabay.com/2017/04/cerro-blanco-bosque-seco-mas-grande-guayaquil-peligro-la-tala-ilegal-proyecto-infraestructura/>





# La importancia de los aplicativos móviles para aprender sobre arquitectura bioclimática en la academia

## The Importance of Mobile Applications for Learning About Bioclimatic Architecture in Academia

Recibido: diciembre 2 / 2020 • Evaluado: mayo 5 / 2022 • Aceptado: enero 15 / 2024

### CÓMO CITAR

Gutiérrez-Rodríguez, H. (2024). La importancia de los aplicativos móviles para aprender sobre arquitectura bioclimática en la academia. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(2), 53-73. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.3784>

Hernando Gutiérrez-Rodríguez\*  
Universidad Santo Tomás, Seccional Tunja (Colombia)  
Facultad de Arquitectura  
Centro de Investigaciones Facultad de Arquitectura (CIFA)

### RESUMEN

La investigación se centró en desarrollar una aplicación móvil para comprender y sintetizar estrategias bioclimáticas relevantes para la composición arquitectónica en el ámbito académico, enfocándose en la población estudiantil universitaria como objetivo principal. Se utilizó una metodología mixta que comenzó con un enfoque cualitativo para identificar temas pertinentes y luego pasó a un enfoque cuantitativo para determinar cómo se utilizan las tecnologías en la academia. La elección de una aplicación móvil se basó en la necesidad de acercar gradualmente a los estudiantes al conocimiento de los temas bioclimáticos, evitando la complejidad y el volumen excesivo de los temas sugeridos. Se seleccionaron temáticas esenciales como el aire, el sol y el agua para incluir en la aplicación, con el objetivo de adaptarse a la naturaleza social del estudiante y permitir su actualización y adaptación en el futuro. En resumen, el objetivo fue desarrollar una aplicación móvil flexible y adaptable que permitiera a los estudiantes universitarios adquirir conocimientos sobre temas bioclimáticos y utilizarlos dentro y fuera del aula a lo largo de su carrera.

### Palabras clave:

clima; estudiante universitario; población; tecnología; territorio

## ABSTRACT

The research focused on developing a mobile application to understand and synthesize relevant bioclimatic strategies for architectural composition in academia, targeting university students as the primary audience. A mixed methodology was used, beginning with a qualitative approach to identify pertinent topics, followed by a quantitative approach to determine how technologies are used in academia. The choice of a mobile application was based on the need to gradually introduce students to bioclimatic topics, avoiding complexity and excessive volume of suggested topics. Essential themes such as air, sun and water were selected for inclusion in the application, aiming to align them with the social nature of the students and allow for future updates and adaptation. In summary, the goal was to develop a flexible and adaptable mobile application that enables university students to acquire knowledge about bioclimatic topics and use it both inside and outside the classroom throughout their careers.

### Keywords:

climate; university student; population; technology; territory

✦ Arquitecto de la Universidad Santo Tomás. Tunja (Colombia).  
Magíster en Arquitectura de la Vivienda, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá (Colombia).  
◆ <https://scholar.google.com/citations?user=TmNzPfsAAAAJ&hl=es>  
🌐 <https://orcid.org/0000-0002-5471-6886>  
✉ [hernando.gutierrez@usantoto.edu.co](mailto:hernando.gutierrez@usantoto.edu.co)

## INTRODUCCIÓN

El proyecto de investigación tuvo como objetivo identificar, en primer lugar, qué tipología tecnológica es útil y perdurable para los estudiantes de arquitectura, que pueda acercarlos al conocimiento práctico de la arquitectura bioclimática en temas que son de interés para la academia, y en segundo lugar, cuál herramienta de aprendizaje puede respaldar el conocimiento adquirido en el aula de clase. Por lo anterior, es preciso hacerse la siguiente pregunta:

*¿Qué tipología tecnológica y qué contenidos debe tener para desarrollar una herramienta que ayude al estudiante a aprender y repasar conocimientos de arquitectura bioclimática y complemente así los conocimientos adquiridos fomentando la capacidad argumentativa en la academia?*

Actualmente, en Colombia según SNIES (2018) “hay 2.394.434 de estudiantes universitarios” cursando carreras que requieren un conocimiento preciso en torno a sus disciplinas. Una de ellas es la arquitectura, con más de 80.000 profesionales en el país.

Para entrar en contexto, en el territorio colombiano existen a la fecha más 80.000 profesionales egresados de las 47 universidades que ofrecen el programa de Arquitectura. Si bien hay universidades que tienen una buena infraestructura y programas de alta calidad, hay otras que ofrecen programas básicos o mínimos de la misma carrera, lo cual resulta conveniente, a simple vista, para el usuario desde la perspectiva del costo-beneficio que implica cursar la carrera.

El problema latente en muchos casos no es solamente el costo-beneficio, las tecnologías o la infraestructura; el problema real, que es evidente dentro de los espacios académicos, básicamente es que los estudiantes universitarios no tienen acceso a información que les ayude a respaldar lo que quieren desarrollar dentro del aula, ya sea por falta de recursos bibliográficos o por simple desconocimiento de las herramientas tecnológicas actuales.

En la mayoría de los casos el estudiante se ve enfrentado a una interminable variedad de recursos tecnológicos que resultan atractivos en su momento. Aprende sobre los mismos y más adelante termina desechándolos, ya sea por desactualización de estos o por la novedad de lo nuevo; aprende de todo, pero no utiliza nada.

Si bien la tecnología ha contribuido a simplificar tareas que anteriormente parecían imposibles, al mismo tiempo ha limitado las oportunidades para muchos estudiantes universitarios que no pueden acceder a la última tecnología del mercado debido a la falta de recursos económicos.

Este problema es especialmente relevante dentro de la población estudiantil universitaria, ya que les dificulta competir en un mercado profesional que valora no solo la capacidad tecnológica para el desarrollo de trabajos propios de la disciplina, sino también la necesidad de adquirir y asimilar el conocimiento teórico práctico actual, como en el caso de la arquitectura bioclimática que si bien es complejo, el mismo contribuye a mejorar los valores cualitativos de los proyectos arquitectónicos y del cual el conocimiento se limita a profesionales que profundizan en el tema en su educación posgradual.

Según el Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares (CPNAA, 2019), “dentro de las principales áreas de interés se encuentra la arquitectura bioclimática con 14,3%”, el cual es un porcentaje considerable frente a otras tendencias de temáticas en arquitectura, lo que genera curiosidad por ser un tema relativamente nuevo en el territorio. Por lo anterior, es pertinente definir el concepto de *arquitectura bioclimática* para contextualizar el propósito del tema desarrollado y exponer los resultados, de la siguiente manera.

### Generalidades de la arquitectura bioclimática

En primer lugar, es preciso hablar de arquitectura bioclimática. Según Gutiérrez (2016):

es una arquitectura que utiliza el clima y sus factores climáticos básicos como lo es el sol, el agua y el viento y sus fuentes naturales como un elemento complementario como lo son lagos, montañas y posiciones geográficas, que generan en cierta medida alteraciones climáticas y que pueden servir para mejorar la sensación de bienestar o confort dentro de un lugar o espacio con la finalidad de ayudar a reducir el uso de energías no renovables o derivadas del petróleo ayudando en primer lugar al medioambiente y al usuario a reducir el consumo de dichas energías. (p. 80)

Vale la pena aclarar que el concepto de arquitectura bioclimática no hace referencia al ahorro energético, sino al mejoramiento del espacio con ayuda del clima y que gracias a eso se reduce el gasto de energías no renovables, a diferencia de la arquitectura sustentable o sostenible que sí busca aprovechar recursos alternativos, que en cierta medida es autosuficiente y evidencia un ahorro económico de consumo.

En segundo lugar, es preciso entender que la arquitectura bioclimática dentro de su contenido teórico es extensa, razón por la cual se seleccionó un subconjunto específico del contenido teórico que fundamentalmente parte de la idea de aproximar al estudiante

universitario a la *arquitectura bioclimática*, cometido para el cual abordó principalmente el sol, el viento y el agua como temas introductorios y fundamentales para el desarrollo de la aplicación. Todo ello, con el fin de evitar abrumar al estudiante con procedimientos complejos y un volumen de temáticas que provocarían el rechazo de dicho conocimiento.

El fin de la aplicación móvil es fomentar la investigación en los estudiantes universitarios que estén interesados en el tema y en dicha primera aproximación y así contribuir al interés por adquirir conocimiento actualizado pertinente para el desarrollo de proyectos arquitectónicos que busquen mejorar su calidad y bienestar climático basados en la correcta utilización del clima.

Existen varias preocupaciones sobre qué mecanismo tecnológico es pertinente para que el estudiante adquiera conocimientos prácticos de arquitectura bioclimática. Vale la pena hacer las siguientes preguntas *¿Qué tipo de tecnología usan cotidianamente los estudiantes? ¿Qué beneficios tiene implementar recursos tecnológicos dentro del aula?*

### Definición de *app* y para qué sirve

Elementalmente, una *app* es un *software* que se instala en un dispositivo móvil que optimiza o ayuda al usuario a desempeñar procesos o actividades mecánicas, ya sea para su disfrute o para su trabajo. Existe una gran cantidad

tipológica de aplicaciones que varían según su complejidad; en este caso se planteó una aplicación básica de consulta, interacción y clasificación como acercamiento al contenido teórico de la arquitectura bioclimática que no genere confusiones sobre su uso y, por consiguiente, evitar su obsolescencia a futuro.

Según Línea Verde Ceuta (2019)

El término *app* es la abreviatura de la palabra inglesa Aplicación. La *app* es una aplicación de *software* diseñada para ejecutarse en los *smartphones* (teléfonos inteligentes), tabletas y otros dispositivos móviles. Su origen más popular se remonta a 2008, cuando empezó a dar los primeros coletazos. En 2010, el término "*app*" fue designada palabra del año según la Sociedad Americana de Dialecto.

Las aplicaciones móviles han estado presentes en la vida cotidiana durante más de una década, facilitando diversos aspectos de nuestra rutina diaria y destacando en campos que necesitan una optimización urgente. Por lo tanto, surge la pertinencia de desarrollar una aplicación institucional centrada en el conocimiento bioclimático. Hasta la fecha, no existe en general una aplicación específica de una facultad de arquitectura que aborde este tema de manera centrada en el aprendizaje de aula, lo que podría mejorar significativamente la productividad de los estudiantes al permitirles adquirir conocimientos sin perder de vista los avances tecnológicos y teóricos actuales.

## METODOLOGÍA

Para el desarrollo y abordaje de la temática de este proyecto se realizaron una serie de investigaciones y revisiones de literatura sobre el uso de la tecnología para el aprendizaje de temas específicos dentro del aula universitaria. La búsqueda dio como resultado "*Bioarq Santoto app*" como primer caso de estudio.

El desarrollo de la investigación inició con una revisión bibliográfica de boletines oficiales poblacionales del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) en los que se identifican aspectos fundamentales del tema; se optó por una metodología de investigación de orden deductivo, esto es, partir del análisis general para llegar a un resultado particular.

En documentos analizados se destacan indicadores que permitieron determinar valores cuantitativos y cualitativos para identificar así el alcance y cobertura del proyecto y la relación del tema con la población objetivo.

El carácter cuantitativo definió el número de estudiantes al cual estaría orientado el proyecto de investigación, fijó directrices para el desarrollo de este y delimitó una población objetivo inicial a partir del análisis de las cifras oficiales expuestas en los boletines de la Sociedad Colombiana de Arquitectos y sus Profesiones Auxiliares en Boyacá.

Se identificaron las instituciones educativas que ofrecen Arquitectura en sus programas de pregrado, así como la institución que tiene el mayor número de matriculados y el número de egresados, con el fin de tener una referencia poblacional precisa como punto de partida para fundamentar la importancia del uso de la tecnología en el aula.

Tras analizar la documentación institucional de las principales universidades de Tunja, se identificó un grupo poblacional con características adecuadas para abordar la principal hipótesis del trabajo. Se seleccionó inicialmente

la institución educativa con el mayor número de estudiantes y egresados para obtener un panorama de estudio más completo y analizar diversas alternativas tecnológicas.

Una vez identificada la población objetivo, se procedió a analizar las tendencias en esta, utilizando como referencia los boletines oficiales de la Sociedad Colombiana de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares. Entre las temáticas identificadas, se destacaron la “Arquitectura residencial” con el 20,9 %, seguida por la “Arquitectura comercial o publicitaria” con el 17,6 %, y la “Arquitectura bioclimática” con el 14,3 %. Dado que la arquitectura residencial ya ha sido ampliamente abordada en investigaciones anteriores, se decidió enfocar el estudio hacia la *arquitectura bioclimática*, la cual cuenta con una mayor aceptación y ofrece nuevas oportunidades de investigación.

Ahora bien, partir de la población objetivo y el tema por profundizar, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la documentación oficial del caso de estudio. El objetivo fue identificar la relación entre la tecnología y el acceso del usuario a la información, así como analizar las dinámicas de uso y comportamiento que son fundamentales para diseñar una estructura de pensamiento

adecuada. Este análisis permitió determinar la tipología tecnológica más apropiada para el usuario en su vida cotidiana, centrándose específicamente en el uso de aplicaciones móviles. Se buscaba identificar el mecanismo más efectivo para la transmisión de conocimiento en el ámbito académico, especialmente a través de una aplicación móvil

Una vez identificada la tipología tecnológica se analizaron cuáles son las tendencias de uso de aplicativos móviles, cuáles son las aplicaciones con mayor uso y en qué horarios y para qué fines son utilizadas, esto con el fin de delimitar el contenido y posibles inconvenientes en el desarrollo de un aplicativo para la enseñanza de arquitectura bioclimática en el aula.

Finalmente, se presentaron una serie de consideraciones con el fin de fomentar el desarrollo tecnológico, los aspectos que se deben tener en cuenta para la construcción de aplicativos móviles, el contenido de interés para el estudiante y los aspectos que deben ser estimulados por medio de tecnologías tangibles que permitan complementar el aprendizaje dentro del aula universitaria y que en un futuro puedan ser replicados en el quehacer profesional del arquitecto colombiano.

## RESULTADOS

Entre los resultados obtenidos se destacan cifras significativas que merecen ser expuestas. Según datos del CPNAA (2019), en Colombia existe un total de 74.318 arquitectos con Matrícula Profesional, lo que representa aproximadamente el 3,1 % de la población universitaria del país. Además, de acuerdo con el Consejo Nacional de Arquitectura colombiano, según el documento “Estudio de caracterización del arquitecto colombiano”, se observa que el porcentaje más alto de profesionales egresados en los últimos años corresponde a aquellos que han trabajado entre 1 y 5 años (35 %). Estos datos resaltan la importancia de desarrollar herramientas de apoyo pedagógico acordes con el hecho de que el 61 % de los arquitectos en el país cuentan con estudios universitarios de pregrado.

Según el estudio de caracterización de los arquitectos es importante resaltar que las principales áreas de interés en cuanto al aprendizaje especializado sobre temas propios de la carrera de Arquitectura están arquitectura residencial, con 20,9 %, lidera el ranking, seguida por la arquitectura comercial o publicitaria con 17,6 %, arquitectura bioclimática con 14,3 % (CPNAA, 2019).

Esta última área de interés, centrada en la arquitectura bioclimática, es de vital importancia y está experimentando un crecimiento

constante entre un porcentaje significativo de arquitectos. Esta preferencia inicial no excluye la importancia de otros temas relacionados con el manejo de herramientas tecnológicas

Este contenido empieza a tener importancia no solo para el gremio de la construcción y diseño, sino también en la población, como lo menciona Cedeño (2010):

Las condiciones climáticas a las que se está sometiendo nuestro planeta por la contaminación obligarán a que en pocos años se deba cambiar de manera drástica la mentalidad sobre los materiales de construcción, y es entonces cuando los materiales tradicionales volverán a ganar terreno en las preferencias, por el bajo contenido energético que tienen en su elaboración. En este sentido, el papel de los constructores es muy importante en empezar a cambiar el modo de pensar de los usuarios, y desechar mitos en el sentido de que estos materiales son de categoría inferior y que las obras que se pueden lograr con los mismos son estéticamente desagradables. (p. 109)

Dicho lo anterior, la arquitectura bioclimática comienza a tener interés y pertinencia en el desarrollo teórico de esta investigación, y consolida y materializa la preocupación constante del estudiante de arquitectura en su afán de mejorar el entorno y ampliar sus conocimientos en dicha materia, con el fin de anticiparse y tener

las herramientas aptas para abordar problemáticas que si bien son futuras, afectan en cierta medida la calidad de vida actual y requieren el conocimiento suficiente para ser intervenidas y solucionadas correctamente. Por eso, vale la pena hacer la siguiente pregunta:

*¿De qué manera la academia puede abordar temas bioclimáticos que resulten de interés para el estudiante de arquitectura y el futuro profesional?*

Dentro de panorama general del campo universitario es preciso profundizar y tomar como partida la pregunta anterior para comenzar a delimitar el tema, entendiendo que los estudiantes universitarios del país se encuentran en una edad poblacional promedio entre los 15 y 28 años; por lo tanto ¿cuál es en principio el área de cobertura de dichos estudiantes a escala nacional?

El 80 % de estos profesionales reside en 22 ciudades principales del país. Bogotá con un 40,4 %, Antioquia 10,3 %, Valle del Cauca con un 7,3 %, Atlántico con 4,6 %, Santander con 3,3 %. Se ubica cerca del promedio de los departamentos principales Boyacá con un 3 % y ocupa el quinto puesto entre 17 departamentos encuestados en su generalidad. (Fundación Compartir & CPNAA, 2019, p. 14)

Todo esto permite entender que, si bien la mayoría de las ciudades importantes de Colombia alcanzan una relación promedio de personas versus ocupación del territorio por encima del millón de personas, Boyacá ofrece un porcentaje considerable de interés tanto para el estudiante universitario como para el profesional arquitecto que ejerce en el territorio nacional. De esta dinámica resalta la relevancia de esta región como un centro emergente en el campo de la arquitectura y subraya la importancia de explorar y comprender las tendencias y necesidades específicas de esta área en particular.

Es preciso hacer hincapié en el departamento de Boyacá que, si bien se encuentra en el puesto 5 de la clasificación, ofrece en mayor medida un porcentaje considerable de servicios profesionales tanto de profesionales de arquitectura como de universidades donde la arquitectura es una carrera constituida.

Ahora bien, siguiendo con la profundización del tema es preciso acotar que en el departamento los municipios que en porcentaje tienen mayor concentración tanto de estudiantes como de profesionales de arquitectura son Tunja con el 65 %, seguida por Sogamoso con el 10 % y Duitama con el 8 %. Por lo tanto, el área de cobertura que aborda este documento es Tunja, como primer caso de estudio y punto de partida para futuros estudios sobre la materia (CPNAA, 2018).

Vale la pena mencionar que, si bien Boyacá tiene el 3 % versus el 41 % de Bogotá, no significa que muchos de los estudiantes y arquitectos que se encuentran en Bogotá son precisamente bogotanos, sino, por el contrario, muchos de ellos son migrantes del departamento de Boyacá, en cuanto a que se han desplazado para realizar sus estudios tanto de pregrado como de posgrado.

Por lo demás, considerando a Tunja como el principal caso de estudio y punto de partida, es relevante identificar la importancia y la relación que las TIC mantienen en el país según el nivel de escolaridad actual. El objetivo es entender cómo se puede desarrollar una herramienta de complemento teórico que refuerce el conocimiento de la *arquitectura bioclimática* dentro del aula, así como también identificar las preferencias de aprendizaje especializado y en qué medida surge dicho interés desde la academia o el pregrado, respectivamente.

En Tunja existen tres universidades que ofrecen el programa de arquitectura debidamente registrado ante el Ministerio de Educación Nacional y compiten por ofrecer la carrera como opción profesional en el ámbito académico. Estas son la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, la Universidad de Boyacá y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Se realizó un análisis para identificar cuál institución tiene una mayor posibilidad de analizar y generar un mayor número de conclusiones u oportunidades de mejora. De hecho, para entender el alcance del tema por analizar, se tomaron distintas cifras generales de egresados suministradas por documentos públicos y oficiales de cada institución relacionada. Esto permitió puntualizar el alcance con respecto a la población objetivo, evaluando cuál es la más apta en cuanto a aspectos cuantitativos y cualitativos, y determinar la cantidad de estudiantes que podrían utilizar la tecnología para acceder al conocimiento de innovación e interés durante el curso de su carrera profesional.

Durante el análisis, se encontraron los siguientes resultados:

Según la Universidad Santo Tomás (2020), la Facultad de Arquitectura de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja ha graduado, según el documento presentado durante el claustro estudiantil (a 28 de febrero de 2020), un total de 950 egresados desde la creación del Programa de Arquitectura.

De acuerdo con Mesa et al. (2018), en el contenido del documento *PEP* de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Boyacá, aproximadamente 497 arquitectos han egresado en los 22 años de existencia del programa.

No se ha considerado la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) en este análisis, ya que su programa de Arquitectura es nuevo y aún no ha graduado una primera cohorte.

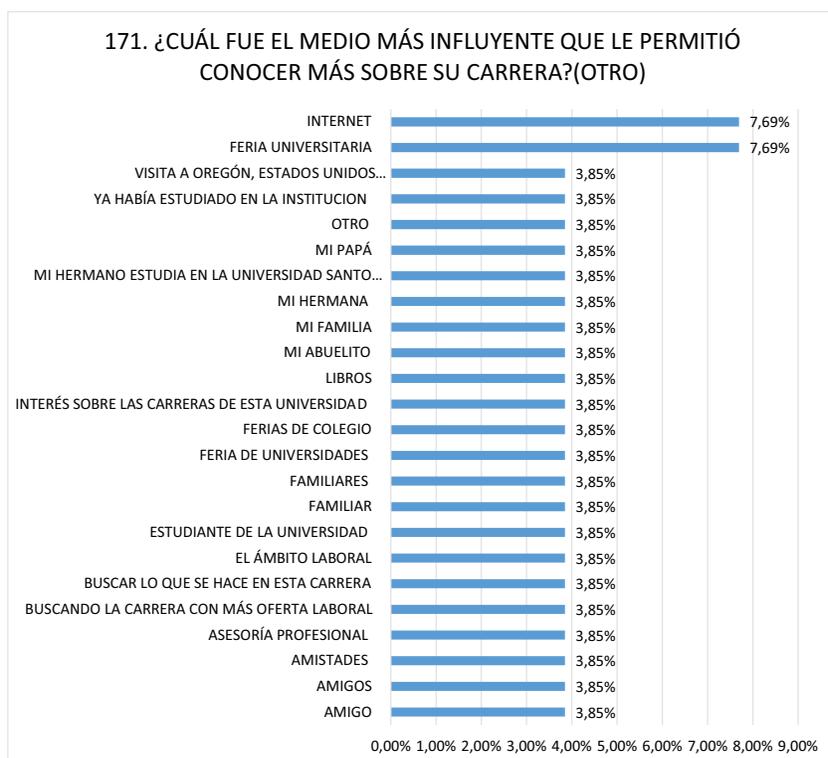
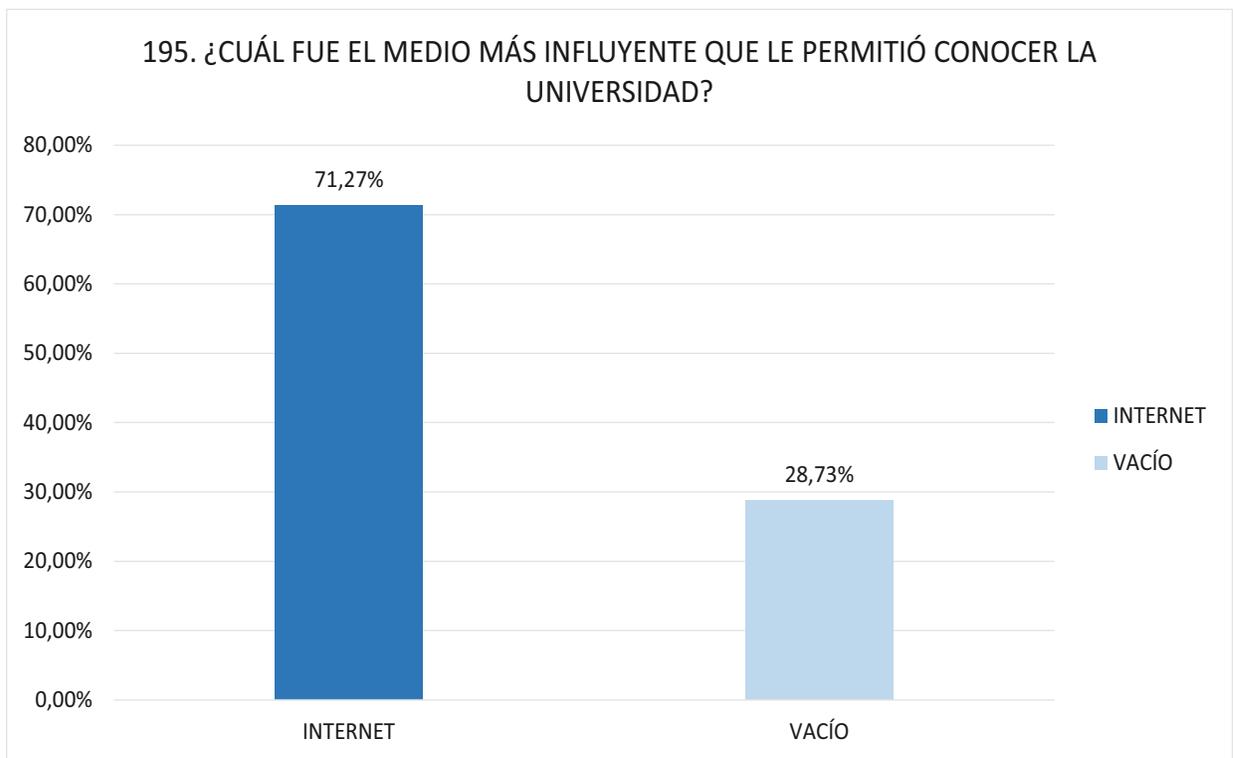
Por lo tanto, con el objetivo de obtener la mayor cobertura y alcance sin perder la delimitación del tema del artículo, se decidió que la población objetivo se centrara en los estudiantes de la Universidad Santo Tomás Tunja. Esto se debe a que se espera una mayor cobertura en términos de la utilización de tecnologías y una respuesta más amplia y clara sobre el acceso a la información relacionada con su carrera. Esta elección se considera la primera etapa del análisis, sin descartar la posibilidad de expandir y analizar otras universidades en el futuro.

### Caracterización del estudiante tomasino frente al estudio de caso

Según la Universidad Santo Tomás (2018),

el aspirante a cursar el programa de arquitectura es una persona con valores y principios humanistas, con capacidad de análisis y síntesis para la solución de problemas, con aptitudes para la lógica y el razonamiento espacial, con creatividad, autonomía en el aprendizaje a través de la investigación, interés por relacionarse y trabajar en equipo. (pp. 2 y 3)

**Figura 1.** Medios frecuentes de información por los cuales los aspirantes conocieron el Programa de Arquitectura y el mecanismo más utilizado para la consulta del programa en la Universidad Santo Tomás, Tunja



**Fuente:** Universidad Santo Tomás Seccional Tunja (2018). Instrumento de caracterización neotomasinos. CC BY.

Es decir, el estudiante comprende y utiliza las tecnologías de manera natural. Es una persona que está al tanto de la actualidad y los instrumentos para estar informado son su computador, dispositivo celular o Tablet. En su mayoría, son estudiantes jóvenes que provienen de municipios aledaños que rondan entre los 17 y los 21 años y residen en Tunja; un porcentaje muy bajo proviene de otros municipios.

Dadas las condiciones actuales, se evidencia que la mayoría de los estudiantes en diversos niveles educativos utilizan internet como una herramienta tanto para obtener información como para comunicarse entre sí. Además, se observa que, en segundo lugar, se emplean elementos físicos tangibles, como ferias, entre otros, como un medio de orientación proporcionado principalmente por las instituciones educativas, en lugar de ser una iniciativa propia del estudiante. Esto sugiere que vivimos en una sociedad tecnológica donde se aprovechan las herramientas disponibles para facilitar procesos informativos y simplificar tareas tediosas (figura 1).

Asimismo, es importante destacar que los datos presentados en la figura 1 son oficiales y corroboran la relevancia de la tecnología actual en la transmisión efectiva del conocimiento dentro de la comunidad académica. La creación de herramientas amigables y accesibles es fundamental

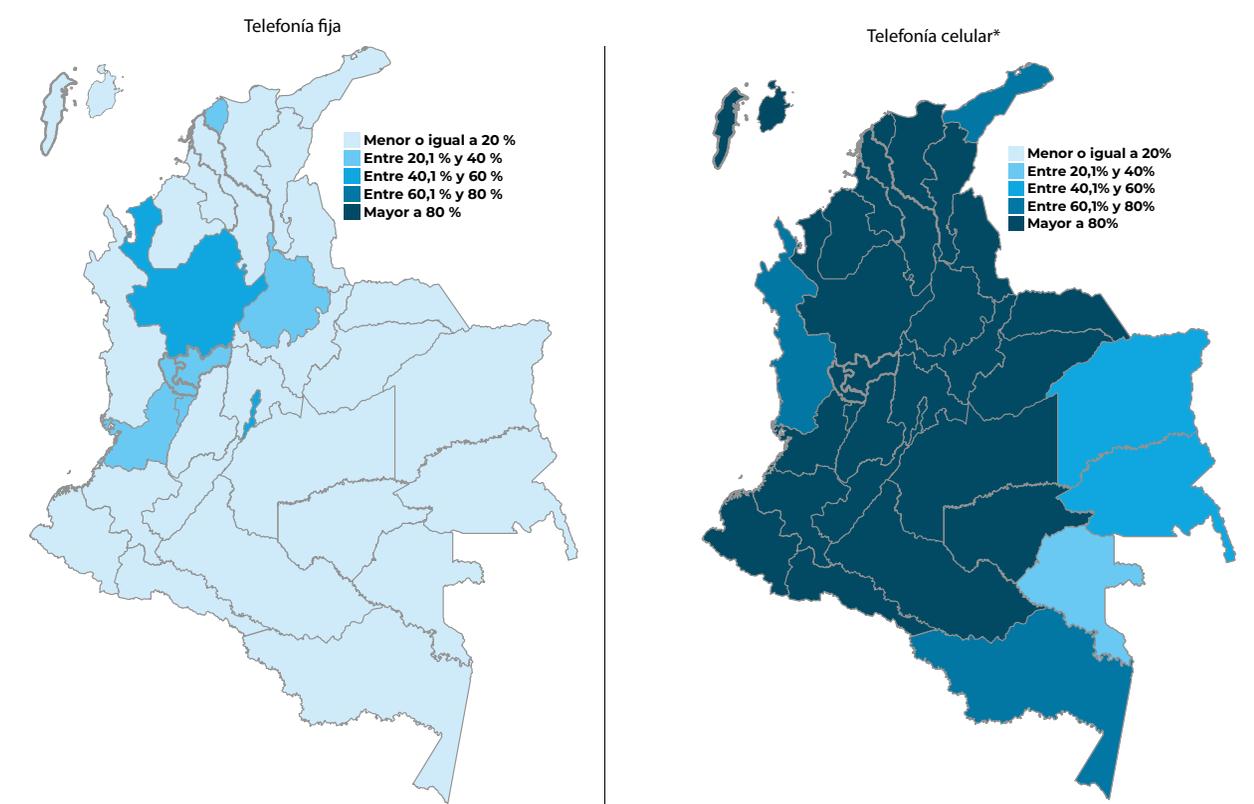
para permitir que los estudiantes generen ideas innovadoras y fortalezcan su comprensión teórica.

Por otra parte, es crucial reconocer que los libros siguen siendo una fuente invaluable de información, y, de hecho, son la base de esta aplicación. Sin embargo, para maximizar su utilidad, es necesario desarrollar elementos que faciliten la aplicación práctica de la teoría contenida en los libros y mejorar la eficacia en la asimilación y retención del conocimiento, especialmente en el contexto de la Arquitectura.

De acuerdo con lo identificado en el caso de estudio y enfocado en la población universitaria de Tunja, es preciso mencionar qué herramientas son pertinentes para los estudiantes de arquitectura, cuál es su uso y usabilidad en el quehacer diario y cuáles tienen mayor pertinencia dentro del mercado actual.

En Colombia, uno de los principales medios de acceso inmediato a la información es el teléfono celular, el cual se ha convertido en una herramienta práctica y de fácil manejo para un amplio porcentaje de la población. Aunque existen otras tecnologías disponibles, el celular se destaca como el dispositivo predominante para la consulta y obtención de información. Para comprender mejor este fenómeno, es necesario analizar detalladamente la figura 2.

**Figura 2.** Hogares que poseen servicio de telefonía y teléfono celular a nivel departamental, 2018



Fuente: DANE, Encuesta de Calidad de Vida - ECV.

\* Corresponde a los hogares en los que al menos una persona tiene teléfono celular.

Nota: Los rangos especificados en estos gráficos fueron calculados por quintiles y son de igual amplitud para facilitar su comparabilidad.

**Fuente:** Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), (2019). CC BY.

Según la figura 2, se infiere que en más del 80 % del territorio nacional existe, al menos, un celular por hogar. Esto indica que, si bien se reconocen otras tecnologías utilizadas en el país

para este propósito, es relevante examinar específicamente el uso de estos dispositivos en el área de estudio inicial, que es la ciudad de Tunja. De hecho, este análisis se detalla en la tabla 1.

**Tabla 1.** Proporción de personas de 5 y más años cumplidos que poseen teléfono celular, según dispositivo, en 7 departamentos y la capital del país, 2018-2019

| Departamento | Teléfono celular (%) | Teléfono celular inteligente (smartphone) (%) | Teléfono celular convencional (%) |
|--------------|----------------------|---|-----------------------------------|
| Amazonas     | 38,2                 | 61,7  | 41,5                              |
| Antioquia    | 76,6                 | 80,7  | 19,5                              |
| Arauca       | 59,8                 | 69,8  | 30,4                              |
| Atlántico    | 67,8                 | 78,3  | 22,7                              |
| Bogotá, D.C. | 84,5                 | 90,5  | 10,6                              |
| Bolívar      | 57,4                 | 65,9  | 34,6                              |
| Boyacá       | 75,7                 | 67,2  | 33                                |
| Cundinamarca | 78,9                 | 75,1  | 26,6                              |

**Fuente:** Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), (2019).

En el análisis se pudo identificar que un gran porcentaje de la población boyacense posee un teléfono celular inteligente, en comparación con otras poblaciones importantes, como las zonas costeras de la región Caribe. Dado que la primera aproximación de la aplicación como herramienta tecnológica en las aulas estará relacionada con el uso de estos teléfonos inteligentes para acceder a la información

de manera más efectiva, resulta pertinente determinar el uso real de estos dispositivos en la sociedad. Esto permitirá identificar cómo se puede acercar a la población estudiantil al conocimiento *bioclimático* que nos compete y establecer una relación efectiva entre el uso de la herramienta y su aplicación en el aula. Para ello, se analizó la información presentada en la tabla 2.

**Tabla 2.** Proporción de personas de 5 y más años que utilizan teléfono celular y actividades desarrolladas, según dispositivo. Total nacional y por departamentos en 2018

| Departamento  | Llamadas personales o familiares (%) | Navegación en internet (%) | Mensajes de texto (%) | Llamadas laborales (%) |
|---------------|--------------------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|
| Amazonas      | 97,4                                 | 27,9                       | 25,1                  | 40,4                   |
| Antioquia     | 97,4                                 | 69                         | 57,2                  | 43,6                   |
| Arauca        | 94,4                                 | 46                         | 38,8                  | 43,8                   |
| Atlántico     | 92,6                                 | 70,1                       | 43,7                  | 42,4                   |
| Bogotá, D. C. | 96,9                                 | 76,4                       | 68,1                  | 57,5                   |
| Bolívar       | 94,1                                 | 51                         | 39,7                  | 35,7                   |
| Boyacá        | 95,1                                 | 51,8                       | 42                    | 38,2                   |
| Cundinamarca  | 94,7                                 | 61,8                       | 44,4                  | 45                     |

**Nota 1.** La tabla muestra las cuatro actividades con mayor proporción de uso del teléfono celular.

**Nota 2.** Una persona puede realizar varias actividades con el teléfono celular, por lo que las opciones de respuesta no son excluyentes.

**Nota 3.** La base de cálculo de este indicador es el número total de personas que usaron teléfono celular bajo cada una de las coberturas geográficas que se presentan.

**Fuente:** Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), (2019).

En relación con el uso de dispositivos móviles, los datos indican que el principal propósito de los celulares sigue siendo realizar llamadas. Sin embargo, llama la atención el uso secundario, que es la navegación por internet. Es importante destacar que este análisis general no implica que la población objetivo consulte constantemente la web, sino que este comportamiento puede desencadenar otras actividades que requieran el uso de redes secundarias, como aplicaciones móviles en general.

El informe del MinTIC del 2018 revela que en Bogotá, WhatsApp y Facebook son las redes sociales más utilizadas, con un 89,4 % y un 86,7 %, respectivamente. Le siguen YouTube (54,2 %), Instagram (35,2 %) y Twitter (22,8 %). Estas tendencias se replican en otras regiones del país entre los jóvenes universitarios. Esto plantea preguntas importantes: *¿Cómo podemos aprovechar mejor el uso del celular en el aula de clases, especialmente en temas de Arquitectura Bioclimática? ¿Qué características debería tener una aplicación de aprendizaje sobre este tema para ser efectiva y bien recibida por los estudiantes universitarios?* Es esencial desarrollar un marco que guíe las decisiones sobre cómo abordar y qué características deben incluir las tecnologías seleccionadas para el aprendizaje de aspectos bioclimáticos, en el método de implementación y estructura del desarrollo teórico-práctico de tecnologías

móviles para el aprendizaje del estudiante de arquitectura

Considerando los resultados previamente presentados, es importante establecer un enfoque que vincule las necesidades y expectativas del estudiante de arquitectura con el conocimiento adquirido.

Esto permitirá desarrollar una aplicación móvil que satisfaga de manera efectiva las necesidades reales de los estudiantes, especialmente en la etapa inicial de su acercamiento al nuevo conocimiento.

Según Gutiérrez (2016), es pertinente plantar estructuras que permitan tener un orden y una clara interpretación del estudiante frente a la organización mental y de qué manera piensa, actúa y aporta con relación a la búsqueda de nuevo conocimiento y dar una respuesta o soluciones al objetivo planteado inicialmente, a su vez, sirve como enfoque principal del hilo conductor y permite tener una noción clara sobre cuál es el proceso o protocolo por seguir y que requiere para llegar a los resultados esperados y si estos resultados son o no los que esperaba el estudiante.

El objetivo es estimular la capacidad de síntesis y fomentar el pensamiento crítico de cada estudiante, sin realizar afirmaciones que puedan ser percibidas como destructivas. Por lo tanto, se desarrolla, como se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3.** Estructura de pensamiento frente al uso de un aplicativo móvil para la utilización y aprendizaje de estrategias bioclimáticas por el estudiante de Arquitectura

### IDENTIFICACIÓN

Se investigan y encuentran elementos temáticos que responden a la problemática actual y su relación con el arquitecto; además, elementos iniciales de retroalimentación teórica dentro de la academia que aportan valores. Así mismo, en el ejercicio práctico se prefiguran nociones iniciales de aspectos clave que permitirán tener un primer acercamiento a la teoría climática que se relaciona con la problemática y da una primera organización del aplicativo móvil.

### RELACIÓN

Basados en la identificación del usuario principal de la aplicación y en el estudio de las tecnologías pertinentes, para relacionar en este caso, se debe buscar un mecanismo idóneo que le permita al estudiante acercarse al conocimiento. De tal manera que no encuentre vacíos entre su forma de captar el conocimiento y su desarrollo tecnológico actual.

### UTILIZACIÓN DE LA APP

Dados los resultados anteriores, se corroboran las nociones y las expectativas iniciales para consolidarlas en el desarrollo del aplicativo móvil, de tal manera que la *app* demuestre eficacia tanto en los contenidos como en su uso oportuno. Esto con el fin de fundamentar los proyectos de composición y diseño arquitectónico que le permitan al estudiante generar conclusiones importantes en los objetivos inicialmente planteados dentro del aula.

Continúa »

### ANÁLISIS DE RESULTADOS Y PUNTUALIZAR

En el uso de la aplicación móvil es pertinente no caer en adanismos; además, es preciso que el estudiante no utilice todo el conocimiento que encuentra, entendido como un acto de recolección para que su resultado sea más robusto. Para ello, es necesario comprender que, con base en la dinámica de desarrollo de la aplicación, se puede llegar a resultados puntuales que generen puntos concretos de discusión y sustentación de las ideas que esperan y delimitan la solución. Este es el principal objetivo con relación al primer acercamiento del conocimiento y el estudiante.

### MOSTRAR Y SUSTENTAR LOS RESULTADOS

Por medio del aplicativo deben suministrarse herramientas o mecanismos que le permitan al estudiante mostrar resultados de una manera rápida y efectiva. Teniendo en cuenta la eficiencia en los tiempos de ensamble de un panel o formato estándar de resultados, el aplicativo debe ayudar al estudiante a reducir tiempos de ensamble para que pueda informar sus resultados con base en el uso de esta. De igual forma, fomente sus pautas y criterios, explique dicho proceso o de qué manera fue resuelto el proyecto y el cómo fueron utilizadas las estrategias bioclimáticas. Con lo descrito, el conocimiento adquirido ayuda a la obtención de nuevo conocimiento.

**Fuente:** elaboración propia (2018). CC BY.

## Reflexiones y resultados frente a la actualidad y utilización hipotética de tecnología para el aprendizaje en el aula de arquitectura

Si bien el proceso y desarrollo de la tecnología dentro del aprendizaje en el aula en la actualidad ha tomado cierta relevancia como indicativo imperante de calidad, vale la pena hablar de ciertos aspectos que se han obviado del aprendizaje a través de la tecnología, dichos indicadores pueden ser referenciados a la realidad tangible y como ejemplo la situación de salud pública provocada por el covid-19.

Aunque la sociedad ha tenido que adaptarse y reinventarse para transmitir conocimiento de manera más práctica debido a la tecnología, aún no se ha logrado una completa flexibilización de las formas tradicionales de pedagogía en ciertos entornos académicos. Esto es notable a pesar de que la mayoría tiene acceso a la tecnología y son nativos digitales que la dominan.

Se han pasado por alto algunos escenarios que no se han tenido en cuenta para la educación, lo que puede afectar la equidad en nuestros esfuerzos por transmitir conocimiento de manera adecuada a todos los estudiantes en el territorio colombiano.

El primero de estos escenarios es la falta de acceso a recursos de consumo, como planes de datos suficientes para acceder al conocimiento a través de videollamadas u otros recursos que requieren una conexión constante a internet. Se destaca que un porcentaje considerable de estudiantes posee dispositivos móviles, pero no todos tienen los recursos necesarios para mantenerse al día con la demanda de consumo de datos para el aprendizaje virtual.

El segundo escenario común que ha sido analizado dentro del territorio es la población que reside en zonas rurales. Aunque cuentan con recursos tecnológicos suficientes para no obstaculizar su proceso de aprendizaje, sin vulnerar ninguno de sus derechos humanos con respecto al acceso a una educación digna y de calidad, existe un factor imperceptible a simple vista: el acceso a una red de abastecimiento sólida.

El problema radica en la falta de cobertura de los prestadores de servicios de telecomunicaciones en áreas rurales del territorio. Esto se convierte en un obstáculo que interrumpe el proceso de aprendizaje del estudiante cuando se encuentra en su lugar de residencia, ya que no puede conectarse a una red de internet para acceder a los recursos pedagógicos y teóricos necesarios que garanticen su educación efectiva.

Esto demuestra que la intención del gobierno nacional de implementar de manera indefinida la modalidad de teletrabajo como una solución viable ante los problemas de la pandemia no es efectiva. El mismo sistema presenta falencias en cuanto a la calidad de la educación recibida por los estudiantes, el acceso equitativo a la misma, la cobertura y la obligatoriedad de poseer servicios de internet. Como resultado, es probable que el número de estudiantes que puedan acceder a la educación superior sea mucho menor que en años anteriores.

El planteamiento parece contradecirse al comparar el acceso a la educación en diferentes contextos. En un escenario ideal, la cifra de personas sin acceso a la educación podría ser del 10 %, mientras que las que sí tienen acceso representarían el 90 % en relación con la

tasa de ocupación del territorio. Sin embargo, con la implementación de medidas de contingencia que enfatizan el uso de recursos tecnológicos para el aprendizaje o el teletrabajo, la cifra de personas sin acceso podría aumentar al 20 %, dejando solo el 80 % con posibilidad de acceso, o incluso menos. Este cambio reflejaría una disminución en el acceso a la educación en comparación con la realidad actual.

Este análisis no implica que las medidas de contingencia estén completamente equivocadas, pero sí señala la necesidad de mejorar la equidad para los estudiantes que carecen de acceso a internet para una educación de calidad y otros recursos. Tampoco sugiere que el gobierno o los entes políticos estén obligados a proporcionar recursos gratuitos para solucionar esta deficiencia.

Lo que se quiere destacar es que las herramientas virtuales emergentes, creadas desde la creatividad académica, pueden permitir que los estudiantes exploren y experimenten el conocimiento de manera autónoma, sin depender exclusivamente de internet.

La reflexión planteada permite vislumbrar el futuro de la tecnología que se empleará para la transmisión educativa, el cual posiblemente no se limite al uso exclusivo de internet. Es probable que el desarrollo de mecanismos

pedagógicos exitosos no esté completamente orientado hacia la dependencia del internet al 100 %. Esto impactará directamente en el acceso a la educación y en la satisfacción del estudiante respecto a su proceso de aprendizaje actual.

Una de las variables por considerar es el desarrollo *offline* o asincrónico de procesos teóricos en contraposición al escenario común de utilización actual, como lo son los dispositivos móviles o herramientas similares. Estas opciones permiten al estudiante no verse limitado por restricciones de tiempo en la obtención de recursos y conocimientos teórico-prácticos, lo cual representa una ventaja significativa. La flexibilidad temporal otorgada al estudiante le permite optimizar su tiempo para comprender y experimentar el contenido, sin depender únicamente de una conexión a internet.

El uso de estas herramientas de manera *offline* puede ser exitoso, ya que el estudiante puede conectarse temporalmente a una red cuando necesite enviar sus resultados. Esto no solo optimiza el tiempo autónomo del estudiante, sino que también reduce el consumo de recursos, especialmente en zonas rurales y urbanas donde el acceso a internet sigue siendo de pago. Asimismo, se promueve la equidad y la transparencia en el acceso a una educación de calidad para todos.

## DISCUSIÓN

### Realidad versus negación teórica dentro del aula de clase

Resulta interesante analizar la realidad en contraposición a las hipótesis planteadas sobre el uso e importancia de las tecnologías dentro del aula de clases. Esto nos permite relacionar ciertos postulados o estudios de campo que ayudan a establecer un alcance inicial sobre la tecnología y su uso, así como el enfoque necesario para abordar el tema de manera efectiva.

Es importante señalar que el principal organismo encargado de regular y supervisar el uso de los dispositivos móviles es Asomovil. Esto indica que existen organismos de control y regulación que influyen en la dinámica del uso del celular en Colombia, lo que nos proporciona información sobre las fortalezas y debilidades de dicho uso.

Según *El Tiempo* (2017), los colombianos utilizan un promedio de 3,4 horas los dispositivos móviles. Esta encuesta muestra que los momentos del día que más son utilizados para revisar el celular son antes de acostarse (77 %), al despertar (75 %), mirando televisión (54 %), en el trabajo o estudio (49 %), de camino al trabajo (42 %) y durante el almuerzo (39 %).

Durante las clases, es notable que un porcentaje significativo de los estudiantes hacen uso de sus dispositivos móviles, según lo revelado por *El Tiempo* (2017). Esta práctica implica que cerca de la mitad de los asistentes a clase se encuentren utilizando sus celulares mientras la lección se desarrolla. Este hallazgo resalta la necesidad de reflexionar sobre el impacto de la tecnología en el entorno educativo, especialmente en términos de la atención y el compromiso de los estudiantes con el contenido presentado

Ante la pregunta *¿Qué tanto necesita usted de su celular?* El 56,3 % respondió que lo necesita; el 34 %, algunas veces, mientras que el 8 % dijo no necesitarlo. El promedio de minutos que pasan los colombianos sin revisar su dispositivo móvil en una hora es de 28 minutos. Confirmando así que la gente tiene una gran cercanía emocional con las telecomunicaciones, específicamente con el celular.

En efecto, se pretende resaltar la creciente importancia de la relación entre el usuario y su dispositivo móvil, la cual se intensificará con los avances tecnológicos. En este sentido, es crucial no ignorar la dependencia del usuario hacia su dispositivo móvil, sino más bien encon-

trar formas efectivas de transmitir contenido teórico de interés para los estudiantes, promoviendo así un uso apropiado de los dispositivos dentro del aula y fomentando el aprendizaje flexible en el ámbito académico.

Un aspecto de relevancia en la era tecnológica, pero que a menudo se pasa por alto en el ámbito académico, es la brecha generacional. Según datos de *El Tiempo* (2017), de los “49 millones de colombianos que habitan el territorio, solo 23 millones son usuarios” de tecnología. Esta cifra representa aproximadamente el 46 % de la población, lo que sugiere que el resto podría estar experimentando exclusiones tecnológicas. Esta disparidad se refleja en el entorno educativo, donde el objetivo de la tecnología es mejorar la eficiencia del aprendizaje, a menudo obstaculizada por métodos de enseñanza tradicionales. En ocasiones, la falta de conocimiento de los docentes sobre el uso de la tecnología puede llevar a su subutilización en el aula, lo que impide que los estudiantes aborden temas complejos de manera más dinámica y menos tediosa.

Esto está estrechamente relacionado con la capacidad de retención a corto y largo plazo del conocimiento transmitido. Otro aspecto relevante en la interacción entre tecnología y aprendizaje en el aula es que el 59 % de los usuarios utilizan sus dispositivos móviles e internet para buscar información de su interés, lo que implica una reevaluación de los métodos tradicionales de búsqueda de información y subraya la creciente importancia de la tecnología para el usuario. Según datos de *El Tiempo* (2017), solo el 12 % utiliza realmente la tecnología con fines educativos, lo que sugiere que su potencial para la educación aún no se ha maximizado.

Este indicador es relevante en el contexto actual de amenazas a la salud pública, donde el teletrabajo y el telestudio se han vuelto necesidades imperativas. Tanto estudiantes como docentes se han visto obligados a implementar rápidamente soluciones tecnológicas para garantizar la continuidad del aprendizaje sin interrumpir el calendario académico ni prolongar la duración del proceso de aprendizaje.

Para comprender más a fondo la relación entre el entorno inmediato y el uso de la tecnología en las aulas es importante considerar ciertos indicadores. Según *El Tiempo* (2017), el 45 % de la población tiene un plan de datos como parte de los gastos obligatorios del hogar, mientras que el 55 % restante no cuenta con uno. Sin embargo, es importante señalar que los avances tecnológicos permiten hoy en día acceder a internet no solo a través de redes móviles, sino también mediante wi-fi y puntos de acceso móvil, lo que amplía las posibilidades de conectividad para aquellos sin un plan de datos móviles.

Dentro del mismo contexto, se observa que el 37 % utiliza el celular para actividades laborales, mientras que el 70 % lo emplea en tareas cotidianas, incluida la consulta de temas educativos y entretenimiento. Esto subraya la importancia de la tecnología como una herramienta efectiva para los estudiantes, siempre y cuando haya parámetros claros de accesibilidad universal, no solo para el 45 % de los usuarios con potencial acceso a datos móviles, sino también para el 55 % restante que carece de conexión directa a servicios de internet.

Las telecomunicaciones también han evolucionado con la era tecnológica. Según *El Tiempo* (2017), el 93 % de los usuarios de dispositivos móviles recurren a medios alternativos como WhatsApp para comunicarse. Esto indica un cambio en la forma en que nos comunicamos, priorizando notas rápidas y textos cortos sobre las llamadas de voz tradicionales. Si las llamadas telefónicas no son tan populares como antes, el aprendizaje en el aula también experimentará esta evolución, lo que requiere adaptarse para mejorar la efectividad y la retención del contenido teórico a lo largo del tiempo.

### Ejemplo práctico y de funcionamiento de un aplicativo móvil eficiente

Uno de los ejemplos más representativos del funcionamiento eficiente de una aplicación móvil para el análisis y clasificación de parámetros bioclimáticos se encuentra en las conclusiones del capítulo titulado “Resultados de la exploración de distintas formas de bienestar en la vivienda y análisis de los proyectos desarrollados en el taller de composición mediante la malla de clasificación e identificación” (Gutiérrez, 2016). En este capítulo, el autor realiza una evaluación exhaustiva de tres proyectos arquitectónicos desarrollados en diversas condiciones climáticas.

Aunque el sustento teórico de la aplicación puede ser extenso y se haya desarrollado manualmente, representa claramente la meta hacia la cual puede aspirar una aplicación móvil. Basándose en las cualidades discutidas en apartados anteriores, esta aplicación puede enriquecer y estimular la investigación independiente de los estudiantes en el aula.

A continuación, se presentan ejemplos del proceso utilizado para el análisis y clasificación bioclimática (figura 3). Este proceso comienza con la identificación y asimilación de los requisitos fundamentales para dicho análisis, que incluyen aspectos como el sol, el viento y el agua, y cómo estos elementos fueron integrados en el proyecto. Además, se analiza cómo influyen en diferentes escalas, desde la urbana hasta la íntima, integrando los criterios utilizados para el desarrollo del proyecto e identificando fortalezas y oportunidades para reforzar los parámetros bioclimáticos.

**Figura 3.** Criterios para identificar y clasificar dentro del proyecto desarrollado



**Fuente:** elaboración propia (2016). CC BY.

A partir de la identificación de los requisitos fundamentales para la investigación, análisis y clasificación bioclimática del proyecto, se desarrolla una ficha compilatoria para cada ítem. En esta ficha se sustenta una respuesta parcial de acuerdo con el capítulo o sección correspondiente, donde se consignan los detalles sobre cómo se utilizó el requisito y para qué propósito fue empleado en el proyecto. Esto permite proporcionar una calificación cualitativa y cuantitativa del mismo, lo que contribuye a la formación de un panel de sustentación final, como se muestra en la figura 4.

Una vez se han diligenciado todos los capítulos y los ítems correspondientes, la finalidad

de este proceso es generar una matriz de resultados a partir de la estructura inicial. En esta matriz se expresan los resultados generales por porcentajes, junto con la correspondiente categorización e identificación de los énfasis climáticos de los proyectos analizados. Esto permite identificar fortalezas e indicadores de mejora en los que el proyecto podría trabajar en el futuro. Así, se obtiene una visión general de los parámetros bioclimáticos utilizados en el proyecto y, por consiguiente, una serie de conclusiones del estudiante. Este enfoque permite al usuario gestionar la información de manera organizada y contar con elementos de respaldo para la sustentación de sus resultados, como se muestra en las tablas 4 a 8.

**Figura 4.** Ficha individual para el desarrollo del ítem y del capítulo en la construcción del análisis y clasificación del proyecto de taller



Fuente: elaboración propia (2016). CC BY.

**Tabla 4.** Matriz de resultados de categorización e identificación del énfasis climático, capítulo agua

| NOMBRE:                              |   | PARQUE TERCER MILENIO  |                            |                            |                             |  |   |   |
|--------------------------------------|---|--|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|--|---|---|
| CLIMA:                               |   | FRÍO   |                            |                            |                             |  |   |   |
| CIUDAD:                              |   | BOGOTÁ, COLOMBIA   |                            |                            |                             |  |   |   |
| TEORÍA:                              |   | AGUA   |                            |                            |                             |  |   |   |
|                                      | En este caso lo que se tiene de concepto del agua frente a la incidencia y utilización de la misma como estrategia bioclimática dentro del proyecto como recurso de captación de recursos de manera natural es por medio de aguas lluvias que se presentan a lo largo del año pero con épocas más marcadas o denominadas épocas de invierno el cual depende también del tipo de fenómeno en el cual se encuentre el país atravesando en ese momento ya sea niño o niña tienden a tener un periodo invariable que puede durar de 1 a 5 meses por lo general no es puntual el inicio y el fin del mismo por lo tanto las estrategias, criterios y resultados dados por el tema del uso del agua para el proyecto son de tendencia o se clasifican dentro de la categoría de ahorro del recurso principalmente | CATEGORÍAS   |                            |                            |                             |  | CLASIFICACIÓN PORCENTUAL CON REFERENCIA AL GRUPO O TEMA GENERAL |   |
|                                      |   | REFRIGERACIÓN FÍSICO ESPACIAL  | REGULACIÓN FÍSICO ESPACIAL | RENOVACIÓN FÍSICO ESPACIAL | CALEFACCIÓN FÍSICO ESPACIAL | AHORRO CAPTACIÓN Y GENERACIÓN DE ENERGÍA |   | CLASIFICACIÓN PORCENTUAL CON REFERENCIA AL GRUPO O TEMA |
|                                      |   | 20%  | 20%                        | 20%                        | 20%                         | 20%                                      | 25%   | 100%  |
| CRITERIOS A CLASIFICAR               |   | 1/5 CATEGORÍAS   |                            |                            |                             |  | 1/25 CRIT DEL TEMA  | 1/51 EL TOTAL DE CRITERIOS                              |
|                                      | FUENTES DE AGUA COMUNES ESCENARIO COMÚN   | 0%   | 50%                        | 0%                         | 50%                         | 0%                                       | 1%  | 4%  |
|                                      | SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN POR AGUA  | 0%   | 0%                         | 0%                         | 100%                        | 0%                                       | 1%  | 4%  |
|                                      | TRATAMIENTO DEL AGUA  | 0%   | 0%                         | 0%                         | 100%                        | 0%                                       | 1%  | 4%  |
|                                      | CRITERIOS DE UTILIZACIÓN DEL AGUA   | 0%   | 100%                       | 0%                         | 0%                          | 0%                                       | 1%  | 4%  |
| TEMPERATURAS DE BIENESTAR            |   |  |                            |                            |                             |  |   |   |
|                                      | TEMPERATURA DE BIENESTAR A PARTIR DE LA UTILIZACIÓN DE FUENTES NATURALES  | 0%   | 0%                         | 0%                         | 100%                        | 0%                                       | 2%  | 8%  |
|                                      | TEMPERATURA DE BIENESTAR A PARTIR DE TRATAMIENTO DE AGUA  | 0%   | 0%                         | 0%                         | 100%                        | 0%                                       | 2%  | 8%  |
|                                      | TEMPERATURA DE BIENESTAR A PARTIR DE LA UTILIZACIÓN DE AGUA   | 0%   | 0%                         | 0%                         | 100%                        | 0%                                       | 2%  | 8%  |
|                                      | TEMPERATURA DE BIENESTAR A PARTIR DE SISTEMAS PARA AGUA   | 0%   | 0%                         | 0%                         | 50%                         | 50%                                      | 2%  | 8%  |
| PAUTAS                               |   |  |                            |                            |                             |  |   |   |
|                                      | PAUTAS PARA TRATAR EL AGUA  |  |                            |                            | 75%                         | 25%                                      | 1.5%  | 6%  |
|                                      | PAUTAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE FUENTES UTILIZABLES  | 0%   | 50%                        | 0%                         | 50%                         | 0%                                       | 1.5%  | 6%  |
|                                      | PAUTAS PARA UTILIZAR EL AGUA  | 0%   | 0%                         | 0%                         | 100%                        | 0%                                       | 1.5%  | 6%  |
|                                      | PAUTAS PARA MEJORAR LA CALIDAD CLIMÁTICA DEL ESPACIO POR SISTEMAS DE AGUA   | 0%   | 0%                         | 0%                         | 75%                         | 25%                                      | 1.5%  | 6%  |
| ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS            |   |  |                            |                            |                             |  |   |   |
|                                      | ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS UTILIZADAS CON BASE EN LA UTILIZACIÓN DE FUENTES NATURALES DE AGUA  | 0%   | 0%                         | 0%                         | 100%                        | 0%                                       | 1.5%  | 6%  |
|                                      | ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS UTILIZADAS CON BASE EL TRATAMIENTO DE AGUA  | 0%   | 0%                         | 0%                         | 0%                          | 100%                                     | 1.5%  | 6%  |
|                                      | ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS UTILIZADAS CON BASE EN LA FORMULACIÓN DE CRITERIOS  | 0%   | 0%                         | 0%                         | 0%                          | 100%                                     | 1.5%  | 6%  |
|                                      | ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS UTILIZADAS CON BASE EN LA UTILIZACIÓN DE AGUA   | 0%   | 0%                         | 0%                         | 100%                        | 0%                                       | 1.5%  | 6%  |
| TEORÍA REFERENTE INICIAL             |   |  |                            |                            |                             |  |   |   |
|                                      | TEORÍA DEL AGUA   | 0%   | 0%                         | 0%                         | 0%                          | 100%                                     | 1%  | 4%  |
| PORCENTAJE TOTAL                     |   | 0%   | 200%                       | 0%                         | 1100%                       | 400%                                     | 25%   | 100%  |
| CATEGORÍAS PREDOMINANTES:            |   | 0%   | 0%                         | 0%                         | x                           | x  |   |   |
| DEFINICIÓN DEL AGUA PARA EL PROYECTO |   | <p>Dentro del plano general la utilización del agua se dio de manera que ayudara a complementar elementos bioclimáticos enfocados hacia la calefacción por movimiento constante del agua con el fin de mejorar la calidad y temperaturas de bienestar dentro del proyecto como tal. Esto basado en el análisis y categorización de los aspectos pertinentes a la utilización del agua como elemento mejorador de calidad climática y de vida dentro del proyecto respectivamente</p> |                            |                            |                             |  |   |   |
| CATEGORÍAS PREDOMINANTES:            |   | calefactor y ahorrador   |                            |                            |                             |  |   |   |

Fuente: elaboración propia (2016). CC BY.

**Tabla 5.** Matriz de resultados de categorización e identificación del énfasis climático, capítulo viento

| PARQUE TERCER MILENIO  |  |                            |                            |                             |  |   |  |                            |
|--|--|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|--|---|--|----------------------------|
| FRÍO   |  |                            |                            |                             |  |   |  |                            |
| BOGOTÁ, COLOMBIA   |  |                            |                            |                             |  |   |  |                            |
| TEORÍA: VIENTO   |  |                            |                            |                             |  |   |  |                            |
| La imagen del viento que se tiene para la zona resulta ser inequívoca ya que la misma tiende a tener una imagen de constante fuerte y frecuente y su dirección es de norte a sur lo cual contrastando con fuentes oficiales resulta que su predominancia más importante es de nororiental y tiende a tener frecuencias y potencias a ciertas horas del día y de distintas orientaciones por lo tanto partiendo de la noción inicial de la idea que se tenía del viento para el proyecto y el componente teórico práctico analizado para el proyecto se puede decir que el viento como elemento climático importante dentro de un proyecto que plantea estrategias bioclimáticas y analizando la categoría que se plantean para clasificar su utilización el mismo funciona como refrigerante y regulador tanto de los espacios de servicio como de estimulación y renovación del aire dentro de la vivienda de manera moderada evitando la pérdida de energías calóricas pero evitando también la generación de islas de calor | CATEGORÍAS   |                            |                            |                             |  |   |  |                            |
|  | REFRIGERACIÓN FÍSICO ESPACIAL  | REGULACIÓN FÍSICO ESPACIAL | RENOVACIÓN FÍSICO ESPACIAL | CALEFACCIÓN FÍSICO ESPACIAL | AHORRO CAPTACIÓN Y GENERACIÓN DE ENERGÍA | CLASIFICACIÓN PORCENTUAL CON REFERENCIA AL GRUPO O TEMA | CLASIFICACIÓN PORCENTUAL CON REFERENCIA AL PROYECTO EN GENERAL |                            |
|  | 20%  | 20%                        | 20%                        | 20%                         | 20%                                      | 25%   | 100%   |                            |
| <b>CRITERIOS A CLASIFICAR</b>  | 1/5 CATEGORÍAS   |                            |                            |                             |  | 1/25 CRIT DEL TEMA                                      |  | 1/51 EL TOTAL DE CRITERIOS |
| CALIDAD DEL VIENTO   | 0%   | 50%                        | 0%                         | 50%                         | 0%                                       | 1%  | 4%   |                            |
| CRITERIOS DE UTILIZACIÓN DEL VIENTO  | 0%   | 100%                       | 0%                         | 0%                          | 0%                                       | 1%  | 4%   |                            |
| TIPOS DE VIENTO QUE INCIDEN  | 100%   | 0%                         | 0%                         | 0%                          | 0%                                       | 1%  | 4%   |                            |
| VENTILACIÓN NATURAL  | 100%   | 0%                         | 0%                         | 0%                          | 0%                                       | 1%  | 4%   |                            |
| <b>TEMPERATURAS DE BIENESTAR</b>   |  |                            |                            |                             |  |   |  |                            |
| TEMPERATURA DE BIENESTAR A PARTIR DE LA CALIDAD DEL VIENTO   | 0%   | 0%                         | 0%                         | 100%                        | 0%                                       | 2%  | 8%   |                            |
| TEMPERATURA DE BIENESTAR A PARTIR DE LA VENTILACIÓN NATURAL  | 0%   | 50%                        | 0%                         | 50%                         | 0%                                       | 2%  | 8%   |                            |
| TEMPERATURA DE BIENESTAR A PARTIR DE LA CORRECTA UTILIZACIÓN DEL VIENTO  | 0%   | 50%                        | 0%                         | 50%                         | 0%                                       | 2%  | 8%   |                            |
| TEMPERATURA DE BIENESTAR A PARTIR DE LOS VIENTOS IDENTIFICADOS   | 0%   | 0%                         | 100%                       | 0%                          | 0%                                       | 2%  | 8%   |                            |
| <b>PAUTAS</b>  |  |                            |                            |                             |  |   |  |                            |
| PAUTAS PARA MEJORAR LA CALIDAD FÍSICO ESPACIAL A PARTIR DE LA CALIDAD DEL VIENTO   | 0%   | 100%                       | 0%                         | 0%                          | 0%                                       | 1,50%   | 6%   |                            |
| PAUTAS PARA UTILIZAR EL VIENTO   | 0%   | 50%                        | 0%                         | 50%                         | 0%                                       | 1,50%   | 6%   |                            |
| PAUTAS PARA IDENTIFICAR EL VIENTO  | 0%   | 100%                       | 0%                         | 0%                          | 0%                                       | 1,50%   | 6%   |                            |
| PAUTAS PARA PROPONER VENTILACIÓN NATURAL   | 0%   | 100%                       | 0%                         | 0%                          | 0%                                       | 1,50%   | 6%   |                            |
| <b>ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS</b>   |  |                            |                            |                             |  |   |  |                            |
| ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS UTILIZADAS CON BASE EN EL USO DEL VIENTO TIPO DE VIENTOS IDENTIFICADOS   | 0%   | 0%                         | 0%                         | 100%                        | 0%                                       | 1,50%   | 6%   |                            |
| ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS UTILIZADAS CON BASE EN EL USO VENTILACIÓN NATURAL  | 0%   | 0%                         | 0%                         | 100%                        | 0%                                       | 1,50%   | 6%   |                            |
| ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS UTILIZADAS CON BASE EN EL USO CORRECTO DEL VIENTO  | 0%   | 100%                       | 0%                         | 0%                          | 0%                                       | 1,50%   | 6%   |                            |
| ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS UTILIZADAS CON BASE EN LA CALIDAD DEL VIENTO   | 0%   | 50%                        | 0%                         | 50%                         | 0%                                       | 1,50%   | 6%   |                            |
| <b>TEORÍA REFERENTE INICIAL</b>  |  |                            |                            |                             |  |   |  |                            |
| TEORÍA DEL VIENTO  | 50%  | 50%                        | 0%                         | 0%                          | 0%                                       | 1%  | 4%   |                            |
| <b>PORCENTAJE TOTAL</b>  | 250%   | 800%                       | 100%                       | 550%                        | 0%                                       | 25%   | 100%   |                            |
| <b>CATEGORÍAS PREDOMINANTES :</b>  |  | X                          | X                          |                             |  |   |  |                            |
| <b>DEFINICIÓN DEL VIENTO PARA EL PROYECTO</b>  |  |                            |                            |                             |  |   |  |                            |
| <b>CATEGORÍAS PREDOMINANTES :</b>  | regulador y calefactor   |                            |                            |                             |  |   |  |                            |

Fuente: elaboración propia (2016). CC BY.

**Tabla 6.** Matriz de resultados de categorización e identificación del énfasis climático, capítulo sol

| PARQUE TERCER MILENIO   |   |                            |                            |                             |  |   |  |                            |
|---|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|--|---|--|----------------------------|
| FRÍO  |   |                            |                            |                             |  |   |  |                            |
| BOGOTÁ, COLOMBIA  |   |                            |                            |                             |  |   |  |                            |
| TEORÍA: SOL   |   |                            |                            |                             |  |   |  |                            |
| Dentro de las nociones que inicialmente se tienen del sol es que el mismo tiende a salir por el oriente y se oculta por el occidente resultando equívoca dicha idea esto a su vez contrastada por la utilización de elementos para calcular la trayectoria solar y su altura, ángulos, y proyección de sombras hace que la idea inicial de orientar hacia el occidente o hacia el oriente resulte en cierta medida errónea por lo tanto como clasificación de dicha teoría y teniendo en cuenta los criterios pertinentes al sol se puede decir que dicha categoría está más bien enfocada hacia lo calefactor y el ahorro energético visto y entendido como la acumulación de radiación mediante elementos colectores como lo son muros trombe y chimeneas solares en la mayor cantidad de horas posibles y complementándose con las demás estrategias de distinto índole bioclimático y a su vez la clasificación de en ahorrador con relación a la mayor captación de energía ya sea por bps en la fachada o por paneles solares en la cubierta respectivamente. | CATEGORÍAS  |                            |                            |                             |  |   |  |                            |
|   | REFRIGERACIÓN FÍSICO ESPACIAL   | REGULACIÓN FÍSICO ESPACIAL | RENOVACIÓN FÍSICO ESPACIAL | CALEFACCIÓN FÍSICO ESPACIAL | AHORRO CAPTACIÓN Y GENERACIÓN DE ENERGÍA | CLASIFICACIÓN PORCENTUAL CON REFERENCIA AL GRUPO O TEMA | CLASIFICACIÓN PORCENTUAL CON REFERENCIA AL PROYECTO EN GENERAL |                            |
|   | 20%   | 20%                        | 20%                        | 20%                         | 20%                                      | 25%   | 100%   |                            |
| <b>CRITERIOS A CLASIFICAR</b>   | 1/5 CATEGORÍAS  |                            |                            |                             |  | 1/25 CRIT DEL TEMA                                      |  | 1/51 EL TOTAL DE CRITERIOS |
| ILUMINACIÓN NATURAL   | 0%  | 0%                         | 0%                         | 100%                        | 0%                                       | 1%  | 4%   |                            |
| CRITERIOS DE UTILIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR   | 0%  | 0%                         | 0%                         | 50%                         | 50%                                      | 1%  | 4%   |                            |
| CALEFACCIÓN SOLAR   | 0%  | 0%                         | 0%                         | 100%                        | 0%                                       | 1%  | 4%   |                            |
| TRAYECTORIA E INCIDENCIA SOLAR  | 0%  | 100%                       | 0%                         | 0%                          | 0%                                       | 1%  | 4%   |                            |
| <b>TEMPERATURAS DE BIENESTAR</b>  |   |                            |                            |                             |  |   |  |                            |
| TEMPERATURA DE BIENESTAR DE CORRECTA ILUMINACIÓN NATURAL  | 0%  | 0%                         | 0%                         | 100%                        | 0%                                       | 2%  | 8%   |                            |
| TEMPERATURA DE BIENESTAR A PARTIR DE LA TOMA DE DECISIONES CON RELACIÓN A LA UTILIZACIÓN DE ENERGÍA SOLAR   | 0%  | 0%                         | 0%                         | 100%                        | 0%                                       | 2%  | 8%   |                            |
| TEMPERATURA DE BIENESTAR A PARTIR DE CALEFACCIÓN SOLAR  | 0%  | 0%                         | 0%                         | 100%                        | 0%                                       | 2%  | 8%   |                            |
| TEMPERATURA DE BIENESTAR A PARTIR DEL USO DE TRAYECTORIA  | 0%  | 0%                         | 0%                         | 100%                        | 0%                                       | 2%  | 8%   |                            |
| <b>PAUTAS</b>   |   |                            |                            |                             |  |   |  |                            |
| PAUTAS PARA PLANTEAR ILUMINACIÓN NATURAL  | 0%  | 0%                         | 0%                         | 0%                          | 100%                                     | 1,5%  | 6%   |                            |
| PAUTAS PARA UTILIZAR ENERGÍA SOLAR  | 0%  | 50%                        | 0%                         | 0%                          | 50%                                      | 1,5%  | 6%   |                            |
| PAUTAS PARA PARA CALEFACCIÓN SOLAR  | 0%  | 0%                         | 0%                         | 100%                        | 0%                                       | 1,5%  | 6%   |                            |
| PAUTAS PARA IDENTIFICAR TRAYECTORIA SOLAR   | 0%  | 100%                       | 0%                         | 0%                          | 0%                                       | 1,5%  | 6%   |                            |
| <b>ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS</b>  |   |                            |                            |                             |  |   |  |                            |
| ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS UTILIZADAS CON BASE UTILIZAR ILUMINACIÓN NATURAL  | 0%  | 0%                         | 0%                         | 100%                        | 0%                                       | 1,5%  | 6%   |                            |
| ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS UTILIZADAS CON BASE EN LAS DECISIONES DE UTILIZACION  | 0%  | 0%                         | 0%                         | 100%                        | 0%                                       | 1,5%  | 6%   |                            |
| ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS UTILIZADAS CON BASE EN LA CALEFACCIÓN SOLAR   | 0%  | 0%                         | 0%                         | 100%                        | 0%                                       | 1,5%  | 6%   |                            |
| ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS UTILIZADAS CON BASE EN LA TRATECTORIA SOLAR   | 0%  | 0%                         | 0%                         | 0%                          | 100%                                     | 1,5%  | 6%   |                            |
| <b>TEORÍA REFERENTE INICIAL</b>   |   |                            |                            |                             |  |   |  |                            |
| TEORÍA DEL SOL  | 0%  | 0%                         | 0%                         | 50%                         | 50%                                      | 1%  | 4%   |                            |
| <b>PORCENTAJE TOTAL</b>   | 0%  | 250%                       | 0%                         | 1100%                       | 350%                                     | 25%   | 100%   |                            |
| <b>CATEGORÍAS PREDOMINANTES :</b>   |   |                            |                            | X                           | X  |   |  |                            |
| <b>DEFINICIÓN DEL SOL PARA EL PROYECTO</b>  |  |                            |                            |                             |  |   |  |                            |
| <b>CATEGORÍAS PREDOMINANTES :</b>   | ahorro y calefactor   |                            |                            |                             |  |   |  |                            |

Fuente: elaboración propia (2016). CC BY.

Tabla 7. Matriz de resultados de categorización e identificación del énfasis climático según las escalas de diseño y conclusiones generales

Table with 4 main rows representing different scales: Urbana, Comunal, Íntima, and General. Each row includes a diagram, a table of percentages for various climate factors (Agua, Viento, Sol), and a descriptive text box.

Summary of general conclusions for each scale, including text boxes and small diagrams. It details the theoretical and practical aspects of solar, water, and wind energy utilization.

Fuente: elaboración propia (2016). CC BY.

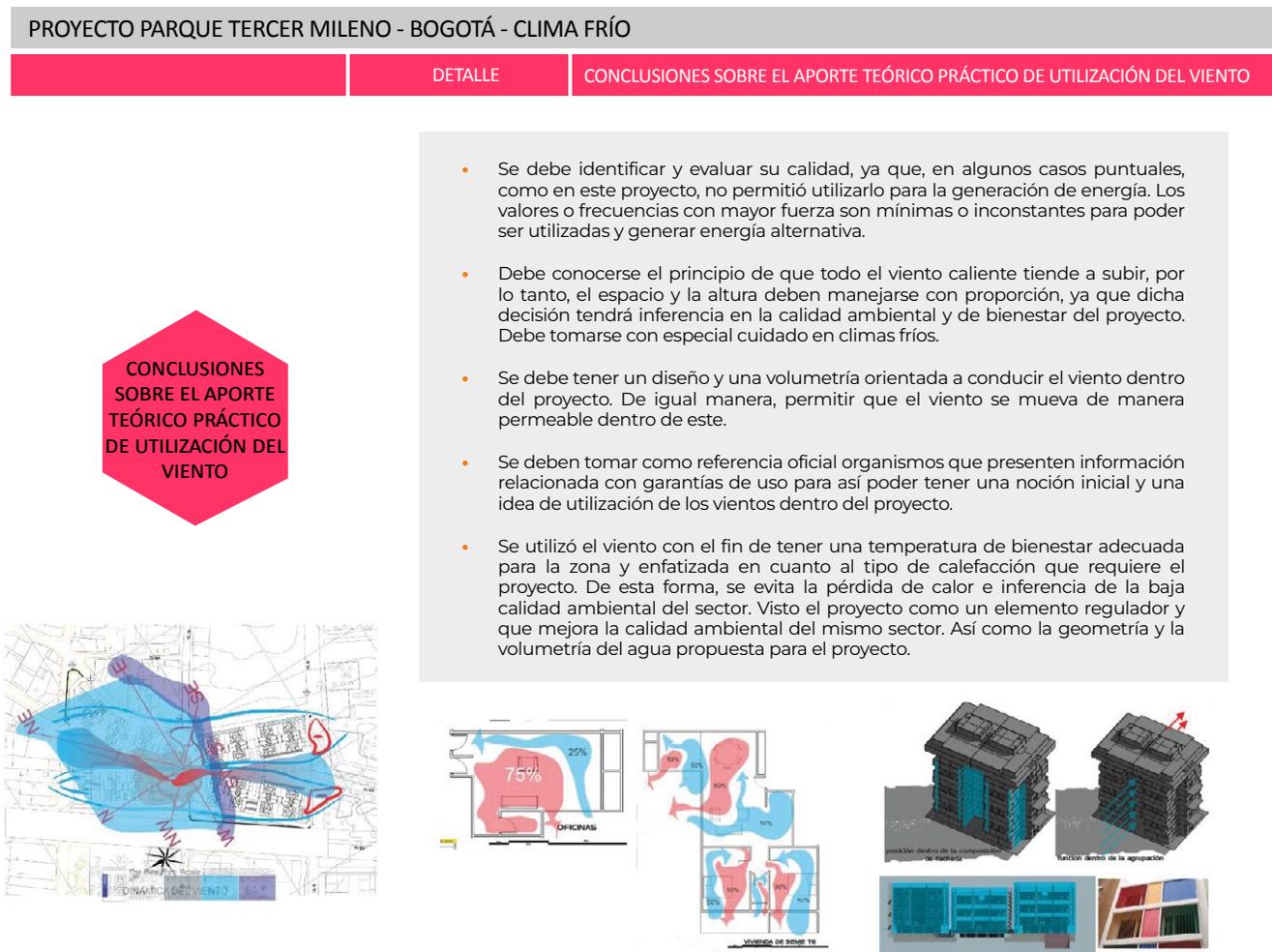
Tabla 8. Vista general del panel matriz de resultados

Large matrix table showing results for 'Parque Tercer Milenio' across various categories like 'Criterios a clasificar', 'Temperaturas de bienestar', 'Pautas', and 'Estrategias bioclimáticas'. Includes a 'Teoría Referencial' section.

Second large matrix table, similar to the first, but with a different set of categories and results for the same project area.

Fuente: elaboración propia (2016). CC BY.

**Figura 5.** Ejemplo de conclusiones sobre el aporte teórico-práctico de utilización del viento en el proyecto



**Fuente:** elaboración propia (2016). CC BY.

Una vez los resultados cuentan con un respaldo adecuado, se organizan y se generan consideraciones o reflexiones dentro del mismo desarrollo del ejercicio proyectual. Estas inferencias permiten al usuario organizar en orden de prioridades cuáles fueron sus conclusiones y qué aspectos tuvo en cuenta al implementar aspectos bioclimáticos dentro del proyecto. Se genera un formato que le permite organizar sus ideas y transmitir sus intenciones de manera clara sobre cómo se desarrolló el capítulo y cómo fueron utilizadas las estrategias bioclimáticas dentro del mismo, tal como se muestra en la figura 5.

Dado el volumen de trabajo y la necesidad de mostrar los resultados de manera exitosa,

tanto en la matriz (tabla 9) como en las fichas individuales, se organizan automáticamente en un panel de resultados. Este panel permite al estudiante mostrar el desarrollo bioclimático de su proyecto de forma clara y respaldar gráficamente la sustentación de sus resultados. Se logra mediante la construcción de un panel de sustentación de resultados que se alimenta y actualiza una vez se completan las fichas de capítulo. Esto demuestra la efectividad en tiempo que la tecnología puede aportar en los procesos formativos de los estudiantes, integrando las tecnologías actuales y fomentando la investigación autónoma para obtener mejores resultados.



## CONCLUSIONES

El tema de la arquitectura bioclimática ha ganado una gran acogida tanto entre los profesionales como entre los estudiantes de Arquitectura en Colombia. Sin embargo, su amplio contenido teórico puede resultar tedioso para los estudiantes, por lo que es imprescindible no abarcar todo el contenido técnico. Esto permite fomentar la investigación autónoma y motivar el uso de dichos contenidos en la Arquitectura tradicional actual.

Aunque existen numerosas universidades que ofrecen programas de Arquitectura, no todas cuentan con la infraestructura necesaria para mantenerse actualizadas constantemente en el mercado tecnológico. Por lo tanto, es crucial reconocer que la tecnología a la que todos tenemos acceso son los dispositivos móviles de nuestros estudiantes, quienes pertenecen a la generación de la virtualidad.

En la mayoría de los casos, los estudiantes utilizan sus dispositivos móviles para acceder a redes sociales, entretenimiento o actualizaciones sobre temas que les interesan. Por lo tanto, resulta relevante desarrollar una aplicación móvil que pueda involucrarlos en temas académicos, permitiéndoles respaldar ideas que a menudo se sustentan incorrectamente debido al exceso de contenido teórico o la falta de fundamentos para su explicación.

Es necesario definir aspectos básicos que ayuden al estudiante a comprender el funcionamiento de la aplicación, estimulando así la investigación autónoma y la formación de un conocimiento aplicable que les permita expresar libremente sus ideas sobre el conocimiento adquirido en el aula.

El futuro de estas aplicaciones móviles debe enfocarse en su flexibilización y usabilidad, especialmente en términos de acceso *offline*. Aunque muchas instituciones universitarias han proporcionado acceso gratuito a internet a sus estudiantes, aún existe un porcentaje considerable de la población que no cuenta con esta facilidad. Por lo tanto, para garantizar la equidad en el acceso a una educación de calidad, es necesario desarrollar mecanismos que no dependan exclusivamente del consumo de internet, lo que podría aumentar el acceso a los temas de interés para los estudiantes de Arquitectura.

Es importante destacar que el conocimiento no es estático. Efectivamente, para lograr una difusión exitosa, debe ser flexible y de uso intuitivo para la población estudiantil. Cuanto más atractivas sean tanto la tecnología como las temáticas, más efectiva será la reducción de la brecha entre el conocimiento teórico y práctico y el uso de las tecnologías para el aprendizaje y la experimentación práctica.

## CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Este artículo se deriva de la investigación llevada a cabo en la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, por el grupo de investigación en temas de arquitectura, en el marco de la didáctica y formación del arquitecto asociado al proyecto de investigación *Bioarq Santoto App*. Este proyecto fue financiado por la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, Colombia.

El autor de este trabajo, Hernando Gutiérrez Rodríguez, ha realizado las siguientes contri-

buciones: concepción del estudio, diseño experimental, recolección y análisis de datos, interpretación de los resultados, redacción del artículo, entre otros. El autor declara que no tiene conflictos de interés relevantes en relación con la investigación presentada.

Se agradece a la arquitecta Ginna Paola Canno Castro, al arquitecto Felipe Andrés Muñoz Cárdenas y al docente Santiago María Bordamalo Echeverri, por su apoyo y asistencia en este estudio.

## REFERENCIAS

- Cedeño, A. (2010). Materiales bioclimáticos. *Revista de Arquitectura*, 12(1), 100-110. <https://revista-dearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/760>
- Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares (CPNAA). (2018) *Caracterización del arquitecto en Boyacá* (1. ed.) CPNAA. <https://www.cpnaa.gov.co/perfil-del-arquitecto-colombiano-boyaca/>
- Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares (CPNAA). (2019) *Perfil del arquitecto colombiano* (1ed.) <https://www.cpnaa.gov.co/wp-content/uploads/2020/06/PRESENTACION-CPNAA-CARACTERIZACION.pdf>

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2019). *Boletín técnico/Indicadores Básicos de Tenencia y uso de Tecnologías de la Información y Comunicación – TIC en hogares y personas de 5 y más años*. (2da.ed). [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol\\_tic\\_hogares\\_2019.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol_tic_hogares_2019.pdf)
- Durán, A. M. (2017 , 8 de noviembre). Vida social, en lo que más usan los colombianos el celular. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/uso-del-celular-y-el-internet-en-colombia-149384>
- Fundación Compartir, & CPNAA. (2019). *Estudio sobre dónde está el mayor número de arquitectos en Colombia*. <https://fundacioncompartir.org/noticias/estudio-revelo-donde-esta-mayor-numero-de-arquitectos-colombia>
- Gutiérrez Rodríguez, H. (2016). *Arquitectura Bioclimática: pautas para la composición de alternativas espaciales para el bien-estar en la vivienda*. (1era ed.) Unal Ed. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57898>
- Línea Verde Ceuta. (2019). *¿Qué es una APP?* <http://www.lineaverdeceutatrace.com/lv/consejos-ambientales/apps-ambientales/que-es-una-app.asp>
- Mesa, M. L., Pinilla, M. E., & Piaggio, J. M. (2018). *Proyecto educativo del programa (Pep) Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (Fadu) Programa de Arquitectura*. Ediciones Universidad de Boyacá. <https://www.uniboyaca.edu.co/sites/default/files/2018-09/PEP%20ARQUITECTURA.pdf>
- MinTIC. (2018). *¿Cuáles son las redes sociales que más se usan en su región? Facebook y WhatsApp son las más usadas a nivel nacional, según MinTIC*. <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/MinTIC-en-los-Medios/70369:Cuales-son-las-redes-sociales-que-mas-se-usan-en-su-region>
- Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES). (2018). *Información Poblacional - SNIES*. <https://snies.mineduacion.gov.co/portal/consultaspublicas/content/poblacional/index.jsf>
- Universidad Santo Tomás Seccional Tunja. (2018). *Instrumento de caracterización neotomasinos*. Ediciones USTA. <https://santototunja.edu.co/comunicados/item/2690-instrumento-de-caracterizacion-de-neotomasinos-pregrado-tunja>
- Universidad Santo Tomas Tunja. Claustro estudiantil 2020-I Facultad de Arquitectura. *Claustro Estudiantil Lectio Inauguralis*. Tunja [Presentación, 78 diapositivas]. <https://www.santototunja.edu.co/presentacion-arquitectura#perfil-de-formacion>



# Evaluación de estrategias de enverdecimiento vertical en clima árido: el caso de las fachadas verdes

## Evaluation of Vertical Greening Strategies in Arid Climates: the Case of Green Facades

Recibido: diciembre 12 / 2022 • Evaluado: febrero 2 / 2023 • Aceptado: enero 19 / 2023

### CÓMO CITAR

Suárez-Gómez, P. A., Cantón-Ivanissevich, M. A., & Correa-Cantaloube, Érica N. . (2024). Evaluación de estrategias de enverdecimiento vertical en clima árido: el caso de las fachadas verdes. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(2), 75-90. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.5014>

Pablo Abel Suárez-Gómez\*

Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía, Mendoza (Argentina)  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina)

María Alicia Cantón-Ivanissevich\*\*

Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía, Mendoza (Argentina)  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina)

Érica Norma Correa-Cantaloube\*\*\*

Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía, Mendoza (Argentina)  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina)

### RESUMEN

Se evalúa el desempeño térmico de fachadas verdes tradicionales (FVT) sembradas con especies trepadoras perennes, en la estación de verano, en el Área Metropolitana de Mendoza, Argentina, localizada en un clima árido. Para ello, se monitorearon, durante un periodo de 30 días, temperaturas del aire exterior en el microclima mediato e interior en una cámara de aire, y superficiales exteriores e interiores, en un ensayo experimental. Dicho ensayo está compuesto por tres muros de mampostería, dos con FVT y el restante testigo sin cobertura vegetal, orientados al oeste y aislados en sus caras N, S y E; en esta última orientación alberga un recinto de aire. Se hallaron reducciones de temperatura de 3,5 °C del aire del entorno exterior a 30 cm del muro, de 6,2 °C en la cámara de aire interior, de 17,8 °C en la superficie de la cara exterior, de 7,5 °C en la superficie de la cara interior y hasta 2,0 °C de variación entre las FVT con distintas especies vegetales. Estos valores demuestran el potencial de la aplicación de la estrategia sobre las temperaturas en su entorno mediato y los espacios interiores. Además, se observa que las magnitudes de dichos impactos dependen del tipo de estructura vegetal y son mayores en clima árido respecto de lo reportado para otros climas en la literatura internacional.

### Palabras clave:

comportamiento térmico; especies trepadoras perennes; estudio experimental; sistemas de enverdecimiento vertical; zonas áridas

## ABSTRACT

The thermal performance of traditional green façades (TGF) planted with perennial climbing species during the summer season in the Metropolitan Area of Mendoza, Argentina, located in an arid climate, is evaluated. For this purpose, outdoor temperatures were monitored over a 30-day period in the immediate microclimate and inside an air chamber, as well as surface temperatures outdoors and indoors, in an experimental trial. This trial comprised three masonry walls, two with TGF and one control without vegetation cover, oriented westward and isolated on their north, south and east sides; the east-facing side houses an air enclosure. Temperature reductions were found to be 3.5 °C from the ambient air at 30 cm from the wall, 6.2 °C in the indoor air chamber, 17.8 °C on the outdoor surface, 7.5 °C on the indoor surface and up to 2.0 °C variation between the TGFs with different plant species. These values demonstrate the potential of the strategy in reducing temperatures in its immediate surroundings and indoor spaces. Moreover, it is observed that the extent of these impacts depend on the type of plant structure and are greater in arid climates compared to those reported for other climates in international literature.

### Keywords:

thermal behavior; perennial climbing species; experimental study; vertical greening systems; arid zones

- ✦ Arquitecto, Universidad de Congreso. Mendoza (Argentina).  
Especialista en Proyectos de Arquitectura Sustentable, Universidad de Congreso. Mendoza (Argentina).  
◆ <https://scholar.google.es/citations?user=Jl-C3JAAAAJ&hl=es&oi=sra>  
📄 <https://orcid.org/0000-0002-0032-3278>  
✉ [psuarez@mendoza-conicet.gob.ar](mailto:psuarez@mendoza-conicet.gob.ar); [suarezpablo91@gmail.com](mailto:suarezpablo91@gmail.com)
- ✦✦ Arquitecta, Universidad de Mendoza. Mendoza (Argentina)  
DEA en Arquitectura, Universidad de Mendoza. Mendoza (Argentina)  
◆ <https://scholar.google.com.ar/citations?user=rohJlMcAAAAJ&hl=es&oi=sra>  
📄 <https://orcid.org/0000-0002-8714-9697>  
✉ [macanton@mendoza-conicet.gob.ar](mailto:macanton@mendoza-conicet.gob.ar)
- ✦✦✦ Ingeniera química, Universidad Tecnológica Nacional. Mendoza (Argentina)  
Doctora en Ciencias, Universidad Nacional de Salta. Salta (Argentina)  
◆ [https://scholar.google.com.ar/citations?user=Ah\\_UdCUAAAAJ&hl=es&oi=sra](https://scholar.google.com.ar/citations?user=Ah_UdCUAAAAJ&hl=es&oi=sra)  
📄 <https://orcid.org/0000-0003-1690-076X>  
✉ [ecorre@mendoza-conicet.gob.ar](mailto:ecorre@mendoza-conicet.gob.ar)

## INTRODUCCIÓN

Este estudio se presenta en el marco de un proyecto de investigación denominado “Potencial de la infraestructura verde urbana como estrategia de rehabilitación energética y ambiental de ciudades de zonas áridas. El caso del Área Metropolitana de Mendoza”, financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) de Argentina; llevado adelante en el Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía, de Mendoza, Argentina. Aborda el estudio del impacto de la forestación urbana y sus distintas categorías —estructuras verdes tradicionales (parques, plazas, arbolados de alineación y patios) y nuevas tecnologías (techos y paredes verdes)— sobre la calidad energético-ambiental de las ciudades.

El crecimiento urbano implica deterioros sobre el entorno natural asociados a la liberación de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, recalentamiento de los espacios urbanizados, disminución de áreas destinadas a la producción y un elevado impacto ambiental sobre la biósfera. Además, estas demandan dos tercios de la energía producida en todo el mundo (International Energy Agency [IEA], 2017). En este marco, las urbes latinoamericanas son especialmente vulnerables, dado que el 81 % de la población de esta región vive en ellas (Organización Latinoamericana de Energía [OLADE], 2022). Estos impactos cobran aún más relevancia en contextos de aridez, donde las temperaturas son más extremas. Una estrategia para restablecer el equilibrio entre entorno natural y hábitat construido es la incorporación de “infraestructura verde” a las tramas urbanas, con probados beneficios sociales, económicos y ecológicos para las ciudades.

El incremento de las áreas con vegetación es una estrategia eficaz frente al avance del cambio climático (Gill et al., 2007). Por un lado, son versátiles para su incorporación en la trama urbana; por el otro, se muestran efectivas para mitigar el calentamiento excesivo del entorno construido y alcanzar menores cifras de consumo energético. El consumo de energía térmica y la producción de carbono que este provoca se ven afectados principalmente por ineficiencias de las envolventes edilicias. Por lo tanto, una estrategia viable para reducir estos consumos es la utilización de vegetación adosada a la envolvente del edificio —envolventes verdes—.

En términos de variaciones de temperatura de aire interior, distintas investigaciones en el ámbito internacional evalúan ensayos en condiciones controladas con techos y fachadas verdes frente a un muro testigo sin vegetación en clima tropical. La utilización de ambas estrategias muestra temperaturas más elevadas en invierno del orden de 2 °C (Pérez Gallardo et al., 2018) y el uso del verde en cubiertas reduce

las temperaturas hasta en un 18 % en verano (Osuna Motta et al., 2017).

Los aportes del ámbito científico en torno al tema de los sistemas de enverdecimiento vertical (SEV) han mostrado un crecimiento sostenido en los últimos años (Bustami et al., 2018; Suárez et al., 2018). Dichas investigaciones muestran la efectividad de estos sistemas en la mitigación térmica a escala microclimática —espacios exteriores— y a escala edilicia —espacios interiores—. Las magnitudes de reducción térmica pueden alcanzar entre 2,1 °C y 3,3 °C en ambientes exteriores (Susorova et al., 2014; Wong et al., 2010), hasta 34 °C en la temperatura de la cara externa de un edificio (Suklje et al., 2016) y hasta 5 °C en ambientes interiores (Haggag et al., 2014). Dichos beneficios varían para un mismo sistema dependiendo de las características del clima del sitio de implantación y la orientación a la cual están expuestos.

Además, se han demostrado beneficios para la conservación de calor en invierno debido a un efecto aislante, donde la aplicación de SEV incrementa de 1 °C hasta 3 °C la temperatura de aire interior en horario nocturno (Xing et al., 2019) y en climas de tipo Cfa (subtropical húmedo).

Entre los SEV, la tecnología denominada Fachadas Verdes Tradicionales (FVT) es de sencilla aplicación en las envolventes edilicias con una baja inversión (figura 1). En relación con el potencial de mitigación térmica de esta tipología, el desarrollo de conocimiento es más acotado y su eficiencia también depende del tipo de clima y su orientación. De modo particular, las FVT colaboran en la conservación de energía asociada a la disminución de las pérdidas o ganancias de calor debido al efecto aislante de la fachada verde. Se recomienda tener una consideración profunda respecto a la elección de la planta, compatible con el diseño del edificio y el clima local, para maximizar los beneficios de la vegetación (Dahanayake et al., 2017). Finalmente, se ha comprobado que algunos parámetros que caracterizan la especie vegetal inciden en la magnitud del impacto, tales como el área de cobertura foliar (Pérez et al., 2022) y espesor de la planta (Li et al., 2019).

El presente estudio se desarrolla en un clima árido, el Área Metropolitana de Mendoza, Argentina. Desde el punto de vista urbanístico y ecológico, la mancha urbana se ha densificado sin que se haya acompañado por un incremento de los espacios con vegetación. En consecuencia, la reducción de vacíos urbanos limita la posibilidad de incorporar estructuras verdes tradicionales, por lo que surge la

necesidad de implementar nuevas estrategias de enverdecimiento, como son los SEV. De modo puntual, las FVT se han desarrollado en forma espontánea en áreas residenciales de baja densidad. En la bibliografía internacional, estudios que abordan el uso de tecnologías verdes de aplicación vertical en contextos de aridez muestran mayor eficiencia térmica y ahorro energético, respecto al uso de dicha tecnología en climas húmedos. Y, finalmente, son eficientes para aumentar el confort ambiental en climas con amplitud térmica (De Lima Junior et al., 2017).

Los beneficios termoenergéticos de las FVT se relacionan con múltiples variables. De modo particular, respecto a la orientación, Othman y Sahidin (2016) establecen que este parámetro es importante en climas con altos niveles de irradiación solar, como es el caso del área de estudio. Diversas investigaciones han demostrado que su efectividad aumenta en orientaciones este y oeste, respecto a orientación sur y norte (Susorova et al., 2013). Esto puede deberse a la mayor incidencia de la radiación solar en dichas orientaciones, que demuestran la importancia de implementar protecciones como las FVT.

**Figura 1.** Ejemplo de FVT



**Fuente:** elaboración propia (2022).

El presente trabajo persigue evaluar la respuesta térmica de distintas especies trepadoras perennes incorporadas como FVT en la envolvente edilicia tradicionalmente utilizada en el Área Metropolitana de Mendoza, en orientación oeste por ser la más

demandante en la estación estival. A tal fin, se expone la metodología empleada para evaluar las FVT, los resultados obtenidos, su comparación con la literatura científica internacional y las conclusiones que se derivan de esta investigación.

## METODOLOGÍA

### Ensayo experimental

Se diseñó y construyó un experimento controlado en el área destinada a experimentación del CCT-Me CONICET (Argentina) (figura 2). El mismo está compuesto por tres muros de ensayo orientados al oeste (orientación más desfavorable en verano): un muro testigo sin vegetar —MT— y dos muros desti-

nados a evaluar el impacto de distintas FVT compuestas por las siguientes especies: madre-selva (*Lonicera Japonica*) —M1— y bignonia blanca (*Pandorea Jasminoides*) —M2—. Las especies fueron seleccionadas en función de su adaptabilidad al clima local y desarrolladas en estructuras independientes para su posterior adosamiento a los muros.

**Figura 2.** Ubicación del ensayo experimental



**Fuente:** elaboración propia (2022).

En Argentina, el sistema tradicional de construcción masiva continúa siendo de carácter húmedo, es decir, se usa ladrillo con cemento y arena como componentes ligantes. En la ciudad de Mendoza, dicho sistema se configura con estructura de hormigón armado y paredes portantes de ladrillo cocido de 17 cm de espesor, debido al carácter sísmico de la región. En consecuencia, la materialización del ensayo experimental respeta esta tecnología en la construcción de los tres muros, cuyas dimen-

siones son de 1,3 m de ancho por 2,3 m de alto y 0,17 m de espesor, enmarcados en columnas y vigas de hormigón armado. Estas dimensiones están en el rango de medidas observadas en modelos experimentales similares llevados a cabo en la literatura internacional (Coma et al., 2017; Vox et al., 2018). Los muros se aislaron con 0,05 m de poliestireno expandido de alta densidad, en sus caras N, S y E, y en esta última orientación hay una cámara de aire de 0,10 m de espesor (figura 3).

**Figura 3.** Imagen de ensayo M1, M2 y MT



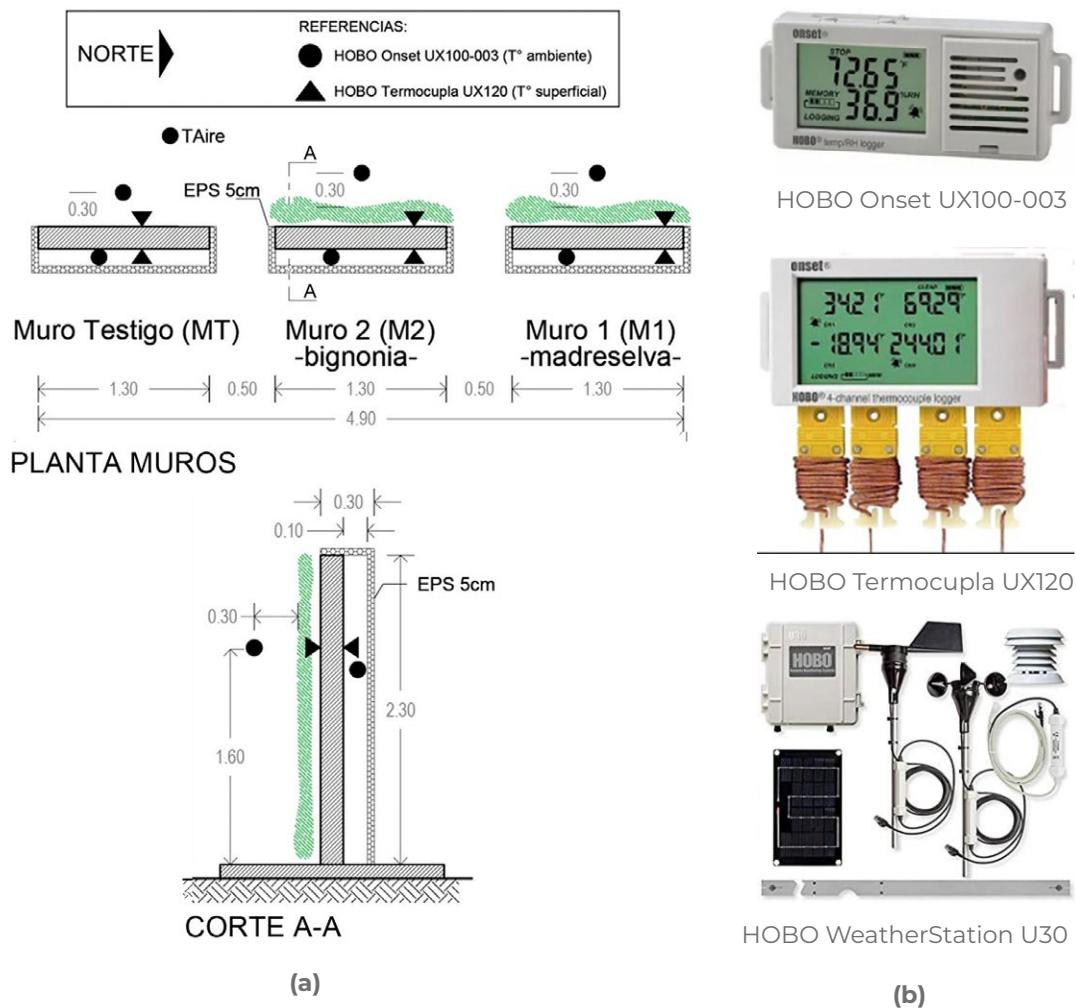
**Fuente:** elaboración propia (2022).

### Toma de datos en los casos de estudio

Con el objeto de evaluar la respuesta térmica de las FVT, se monitorearon durante un mes —03 de febrero al 03 de marzo— de 2021 las siguientes variables: temperatura, humedad, radiación solar y velocidad de viento en el espacio exterior; temperatura y humedad en el interior de la cámara de aire y temperatura en la superficie de la cara externa e interna de

muros. Los datos se registraron cada 15 minutos. Los sensores utilizados fueron: termistores y termocuplas —HOBO Onset— y una estación meteorológica —Onset U30—. El equipamiento de medición fue colocado a 1,60 m de altura promedio, de acuerdo con criterios de habitabilidad térmica. Los mismos se calibraron antes del ensayo con el fin de asegurar la fiabilidad de los datos por obtener (figura 4).

**Figura 4.** Casos de estudio: (a) localización de sensores y (b) equipamiento



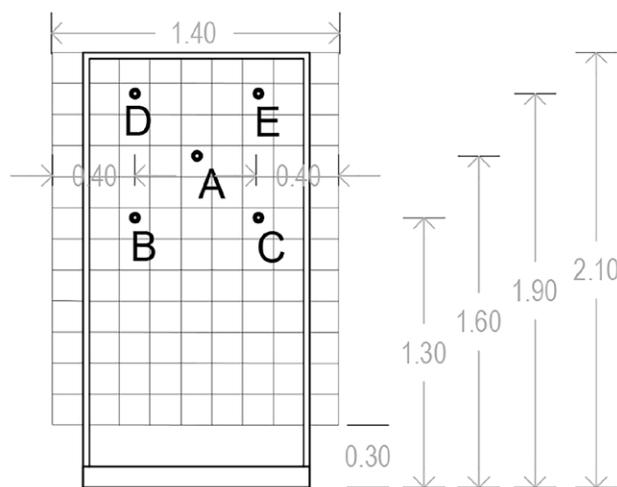
Fuente: elaboración propia (2022).

### Caracterización de la cubierta vegetal

La estructura vegetal fue caracterizada mediante el análisis de dos variables: espesor y cobertura. La evolución temporal del espesor de la cubierta vegetal fue medida con una frecuencia semanal, durante el periodo de

medición, en cinco puntos equidistantes, tomando como centro la localización del sensor de temperatura superficial del muro (figura 5). Dichos datos fueron promediados con el objeto de determinar un valor que representara la tendencia de crecimiento de la planta que conforma la FVT.

**Figura 5.** Puntos de medición de espesores



Fuente: elaboración propia (2022).

La cobertura vegetal fue estimada a partir de la toma de imágenes fotográficas semanales, a lo largo del periodo de medición, en horarios de

mínima radiación solar. Las imágenes fueron procesadas mediante el *software* MultiSpec, con el fin de determinar la proporción entre

vacíos y llenos que representa el grado de cobertura de la especie evaluada.

### Selección de días de análisis

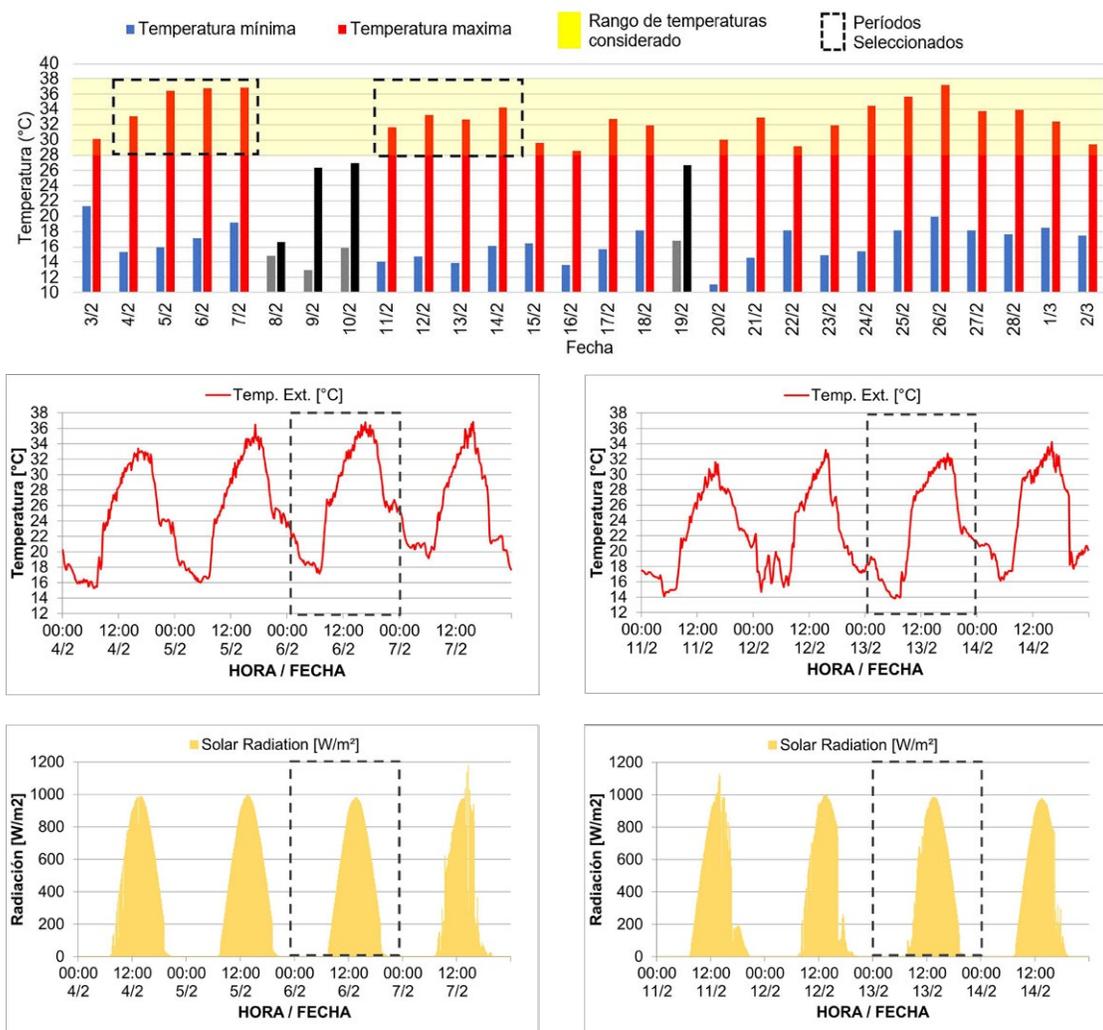
Las tecnologías verdes de aplicación vertical muestran mayor eficiencia para el ahorro de energía en edificios cuanto mayor es el efecto de sombreado (Pérez et al., 2017). Por este motivo, para la selección de días de análisis se consideraron aquellos cuyo rango muestral de temperatura y radiación solar correspondiera a días soleados. Para lo cual, se seleccionaron el 82 % de jornadas cuya curtosis de curva responden a este requerimiento (figura 6a).

Con el fin de obtener parámetros de temperaturas máximas y mínimas de un mes típico de verano en el microclima local, se compararon los datos obtenidos de estas variables para los días seleccionados de febrero de 2021 mediante un análisis de frecuencia. En este se ven reflejadas magnitudes de temperatura máxima diaria entre 36 °C y 38 °C para el 17 % de los días; entre 34 °C y 36 °C para el 9 % de los días; entre 32 °C y 34 °C

para el 44 % de los días; entre 30 °C y 32 °C para el 13 % de los días, y entre 28 °C y 30 °C para el 17 % de los días estudiados. En cuanto al análisis de las temperaturas mínimas diarias, de los días considerados se registraron valores entre 18 °C y 20 °C para el 30 % de los días; entre 16 °C y 18 °C para otro 30 % de los días, y entre 14 °C y 16 °C para el 40 % restante de los días analizados.

Con la hipótesis de que los beneficios termoenergéticos de las FVT pueden variar en función de diferentes temperaturas de operación, se eligieron dos conjuntos de días de análisis cuyos rangos corresponden a los que presentaron mayores magnitudes (36 °C a 38 °C) y los que presentaron mayor frecuencia en las máximas (32 °C a 34 °C). En función de ello, se tomaron dos periodos de análisis de cuatro días cada uno —del 4 al 7 de febrero y del 11 al 14 de febrero de 2021— de los cuales se seleccionó para la contrastación térmica el tercer día de cada periodo que corresponde al 6 y al 13 de febrero, respectivamente (figura 6b). Las características de los días evaluados se presentan en la tabla 1.

**Figura 6.** a) Análisis de frecuencia. (b) Días de análisis. (c) Temperatura ambiente exterior y radiación solar



**Nota:** Ciclo de medición 3 de febrero al 3 de marzo  
 Primer periodo del 4 al 7 de febrero  
 Segundo periodo del 11 al 14 de febrero

**Fuente:** elaboración propia (2022).

**Tabla 1.** Temperaturas máximas, mínimas y amplitud térmica para los periodos

| Periodo          | Temp. máx. °C | Temp. mín. °C | Amplitud térmica |
|------------------|---------------|---------------|------------------|
| Periodo 1: 06/02 | 36,5          | 17,2          | 18,0             |
| Periodo 2: 13/02 | 32,2          | 13,9          | 18,3             |

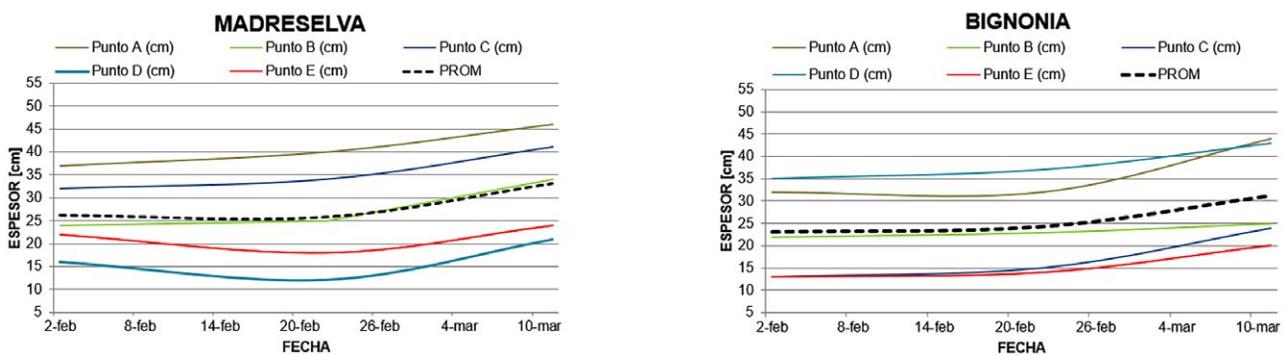
Fuente: elaboración propia (2022).

## RESULTADOS

Se presenta el análisis de los resultados asociados a la caracterización de la estructura vegetal y el comportamiento térmico de acuerdo con las siguientes variables: temperatura ambiente exterior, temperatura superficial exterior e interior del muro y temperatura

ambiente interior de la cámara de aire. Dicho análisis se realizó en forma comparativa entre el muro desnudo —definido como MT— y los muros cubiertos con FVT —M1 (madreselva) y M2 (bignonia)—; y en términos de diferencia incremental entre las especies analizadas.

**Figura 7.** Espesores por punto y promedio



Fuente: elaboración propia (2022).

### Caracterización de la estructura vegetal

#### Espesor

Los resultados obtenidos correspondientes al espesor del follaje promedio entre los cinco puntos considerados mostraron valores semejantes del orden de: 0,26 m para madreselva —M1— y 0,24 m para bignonia —M2—. La madreselva tuvo un crecimiento levemente decreciente al inicio del periodo medido, que se revirtió con una tendencia clara al crecimiento hacia el final del periodo. En el caso de la bignonia, se observó que el espesor se mantuvo constante al comienzo y crecimiento hacia el final (figura 7). Sin embargo, en los dos periodos considerados para evaluar el comportamiento térmico de las FVT —temperaturas altas y moderadas—

no se observaron diferencias significativas en el espesor de las especies.

#### Cobertura vegetal

Del seguimiento y procesamiento de las imágenes tomadas durante ambos periodos seleccionados de análisis, se observó que las trepadoras tuvieron índices diferentes de cobertura. Para el primer periodo —altas temperaturas—, los porcentajes de cobertura fueron del orden del 48,7 % (madreselva) y del 65,2 % (bignonia). En el segundo periodo —temperaturas moderadas—, los porcentajes variaron levemente, alcanzando valores entre el 46,9 % (madreselva) y el 66,8 % (bignonia) (figura 8). Entre el primer y el segundo periodo, las diferencias entre especies se ubicaron en un porcentaje de cobertura del 16,5 % y el 20 %, respectivamente.

**Figura 8.** Resultado del procesamiento de imágenes de cobertura vegetal en ambos periodos de medición



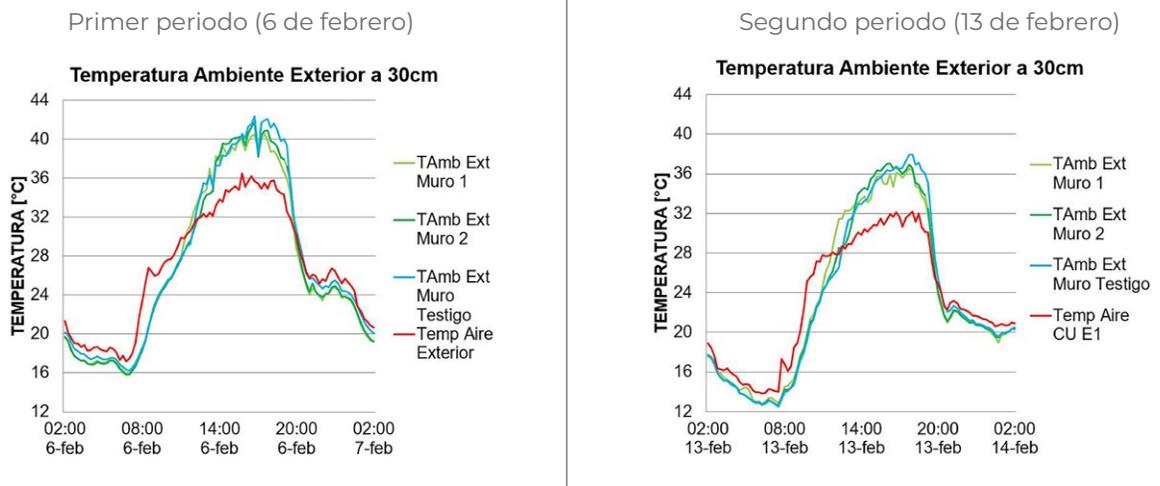
Fuente: elaboración propia (2022).

### Temperatura ambiente exterior mediata

A partir de la comparación de las temperaturas ambiente exteriores entre el muro testigo y los muros con FVT, monitoreadas a 0,30 m de follaje y pared, respectivamente, se observó que la máxima reducción de temperatura ambiente exterior correspondió a FVT con madreselva, con una magnitud de 3,5 °C a las 18:30 h del periodo de altas temperaturas y de 2,6 °C a las 19:15 h en el periodo de temperaturas moderadas (figura 9).

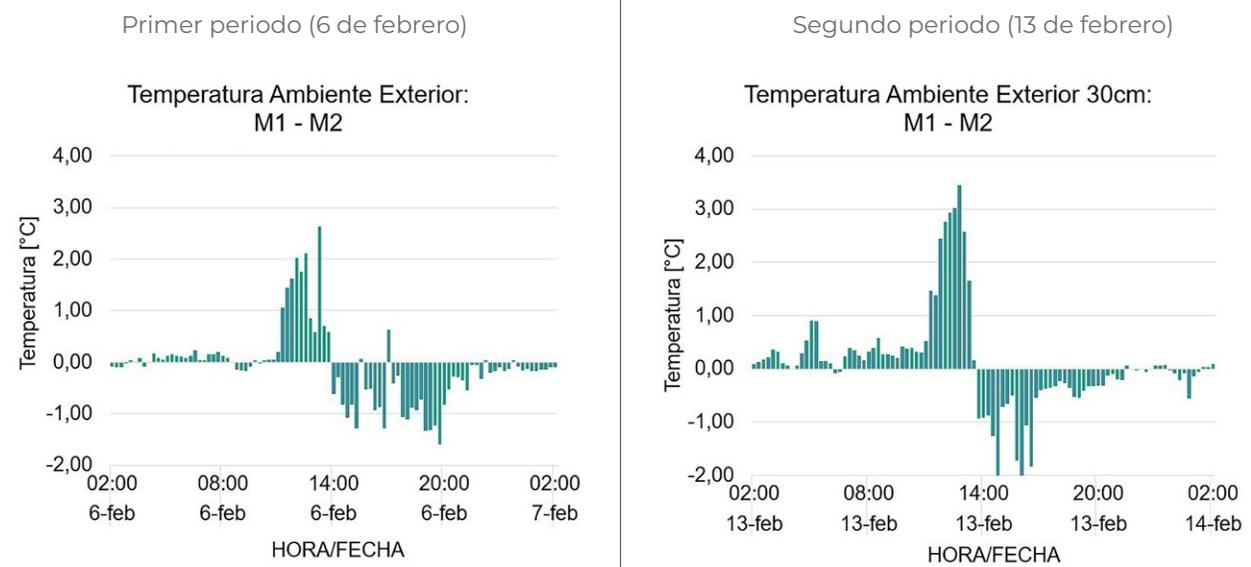
De lo descrito se desprende que las FVT reducen la temperatura ambiente exterior mediata, y que el tipo de especie empleada tiene efecto sobre la magnitud de la diferencia alcanzada (figura 10). Estas diferencias son del orden de 2,5 °C y 3,5 °C para el periodo de altas temperaturas y el periodo de temperaturas moderadas, respectivamente. Este comportamiento se debe probablemente a las características propias de las plantas trepadoras evaluadas.

**Figura 9.** Temperatura ambiente exterior a 0,30 m



Fuente: elaboración propia (2022).

**Figura 10.** Diferencial hora a hora de la temperatura ambiente exterior a 0,30 m



Fuente: elaboración propia (2022).

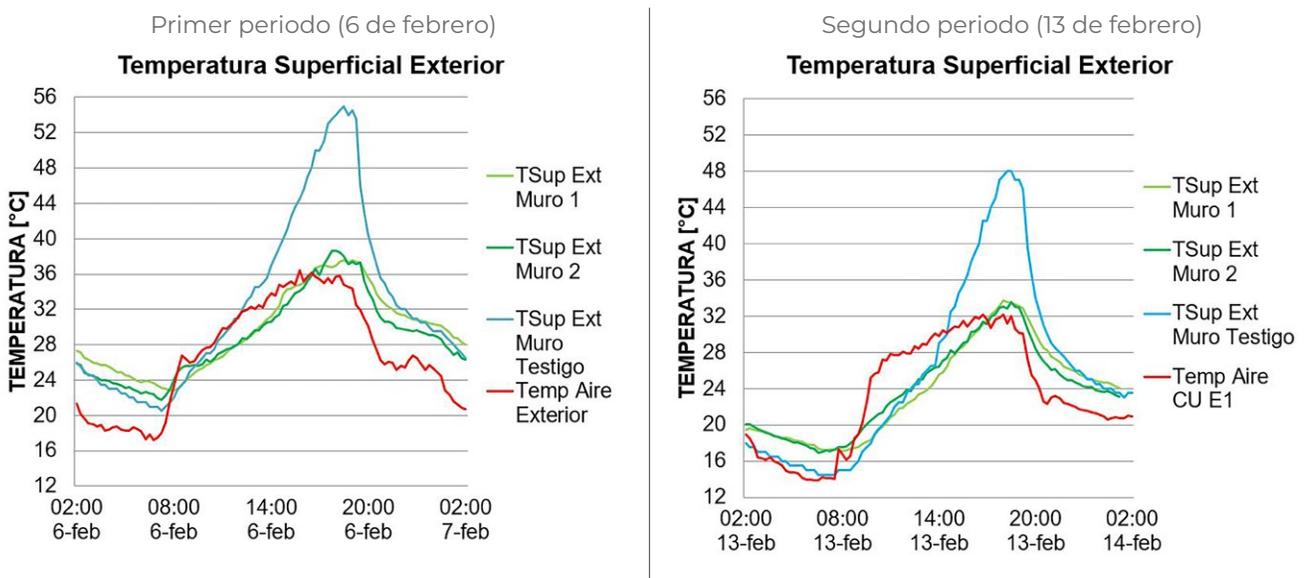
### Temperatura superficial exterior

Los resultados de la comparación de las temperaturas superficiales exteriores entre FVT y muro testigo determinaron una máxima reducción de 17,8 °C en el periodo de altas temperaturas y de 14,5 °C en el periodo de temperaturas moderadas a las 18:30 h para ambas especies evaluadas. Las diferencias observadas entre los dos periodos analizados reflejan que frente a un incremento de la temperatura ambiente exterior del 11,5 %, la diferencia de temperatura superficial exterior aumentó un 18,5 %. Es decir, al incrementar la temperatura

ambiente exterior, es mayor el impacto de la FVT (figura 11).

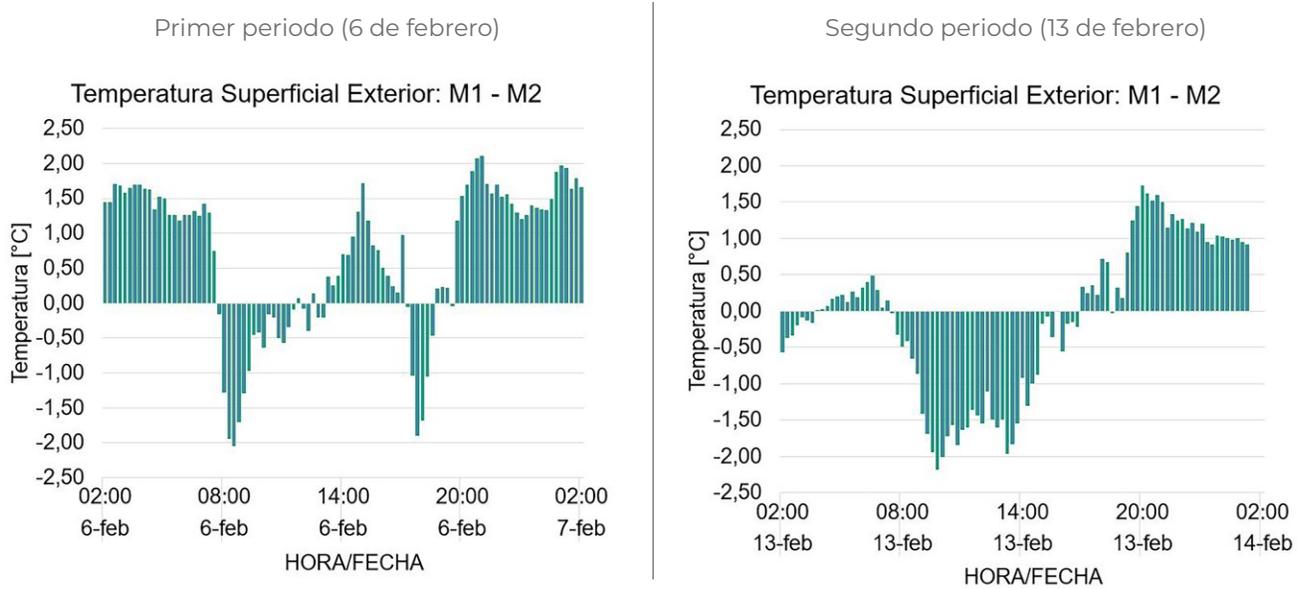
Si se comparan los muros con FVT entre sí, se observan diferencias que alcanzan máximas magnitudes de 2,0 °C para ambos periodos medidos, donde la FVT con mayor espesor—madreselva—disminuye y aumenta su temperatura más lentamente durante los periodos de enfriamiento y calentamiento, respectivamente (figura 12). Esto parecería indicar que el espesor de la planta tiene incidencia sobre la mitigación de las temperaturas superficiales exteriores edilicias.

**Figura 11.** Temperatura superficial exterior



Fuente: elaboración propia (2022).

**Figura 12.** Diferencial hora a hora de la temperatura superficial exterior



Fuente: elaboración propia (2022).

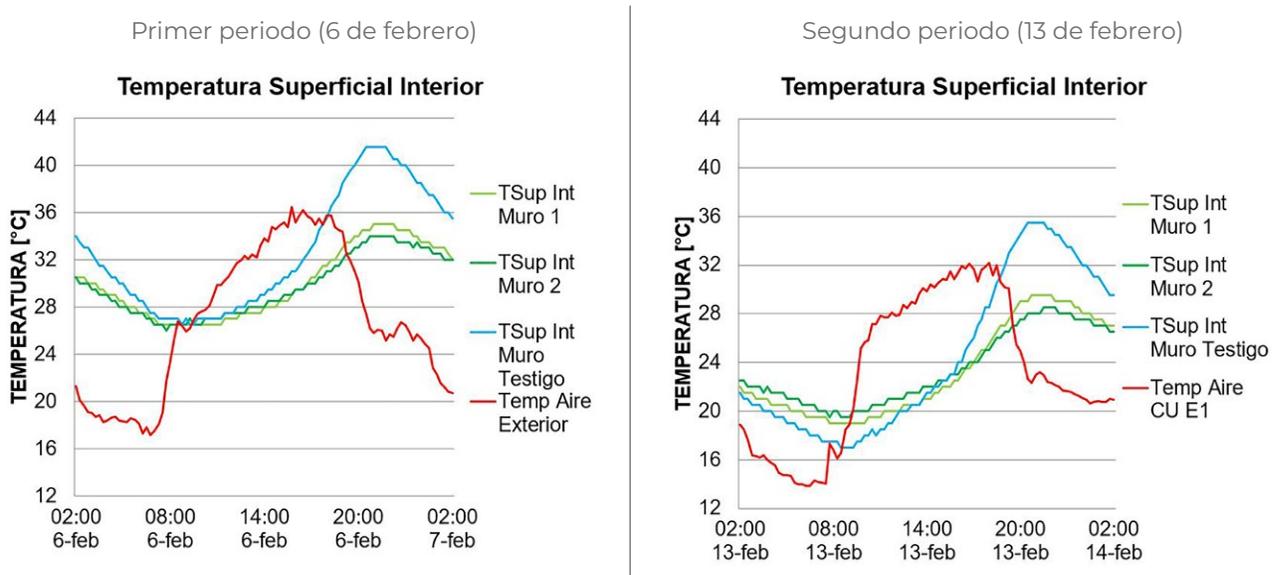
### Temperatura superficial interior

Los resultados de la comparación de las temperaturas superficiales interiores muestran una máxima reducción de 7,5 °C a las 21:30 h en el periodo de altas temperaturas, y de 6,5 °C a las 21:45 h del periodo de temperaturas moderadas para el caso de FVT con bignonia respecto del caso testigo. Al igual que se observó en las curvas de temperatura superficial exterior, las diferencias entre los dos periodos analizados reflejan que frente a un incremento de la temperatura exterior del orden del 11,5 %, la diferencia de temperatura superficial interior aumentó; aunque el porcentaje de incremento es levemente menor (13,5 %). Sin embargo, en ambos casos es positivo

el impacto en la reducción de la temperatura superficial interior del muro (figura 13).

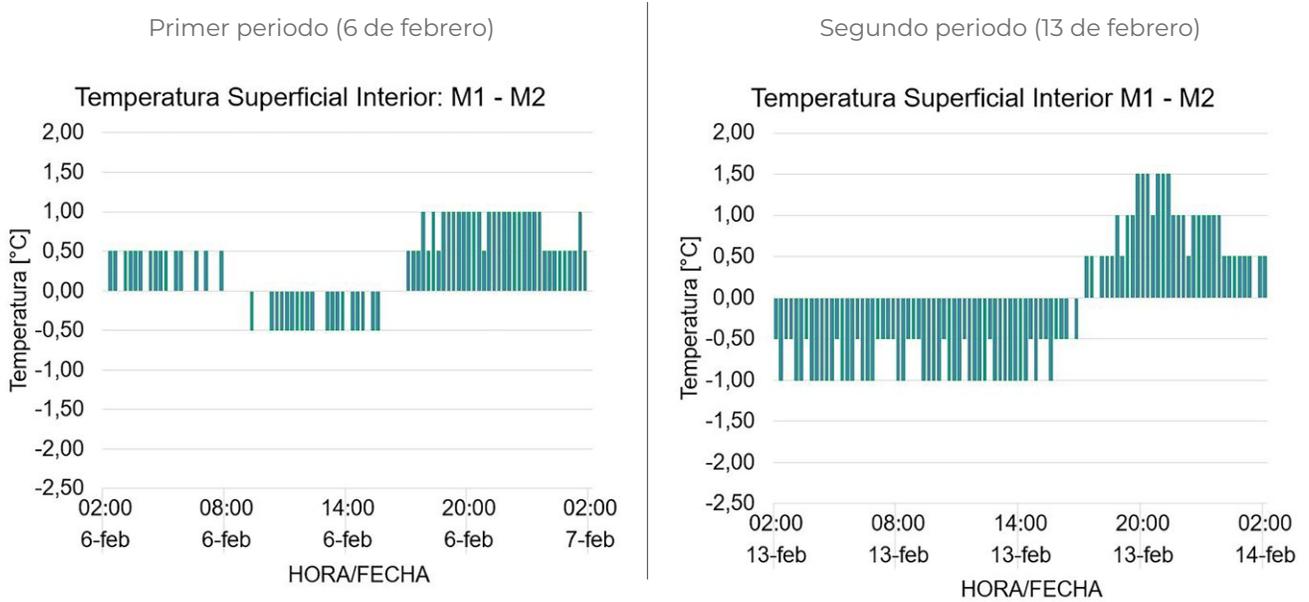
Si se comparan los muros con FVT en ambos periodos medidos durante las horas de enfriamiento, la temperatura del muro con bignonia se encuentra hasta 1 °C y 1,5 °C más fresca que el muro con madreSelva para el periodo de altas y moderadas temperaturas, respectivamente. Durante las horas de calentamiento, la temperatura del muro con bignonia se mantiene hasta 0,5 °C y 1,0 °C más caliente que el muro con madreSelva para el periodo de altas y moderadas temperaturas, respectivamente (figura 14). Lo observado parece indicar que la temperatura superficial interior está comandada por el mayor porcentaje de cobertura de la especie (bignonia 65,2% y madreSelva 48,7 %).

**Figura 13.** Temperatura superficial interior



Fuente: elaboración propia (2022).

**Figura 14.** Diferencial hora a hora de la temperatura superficial interior



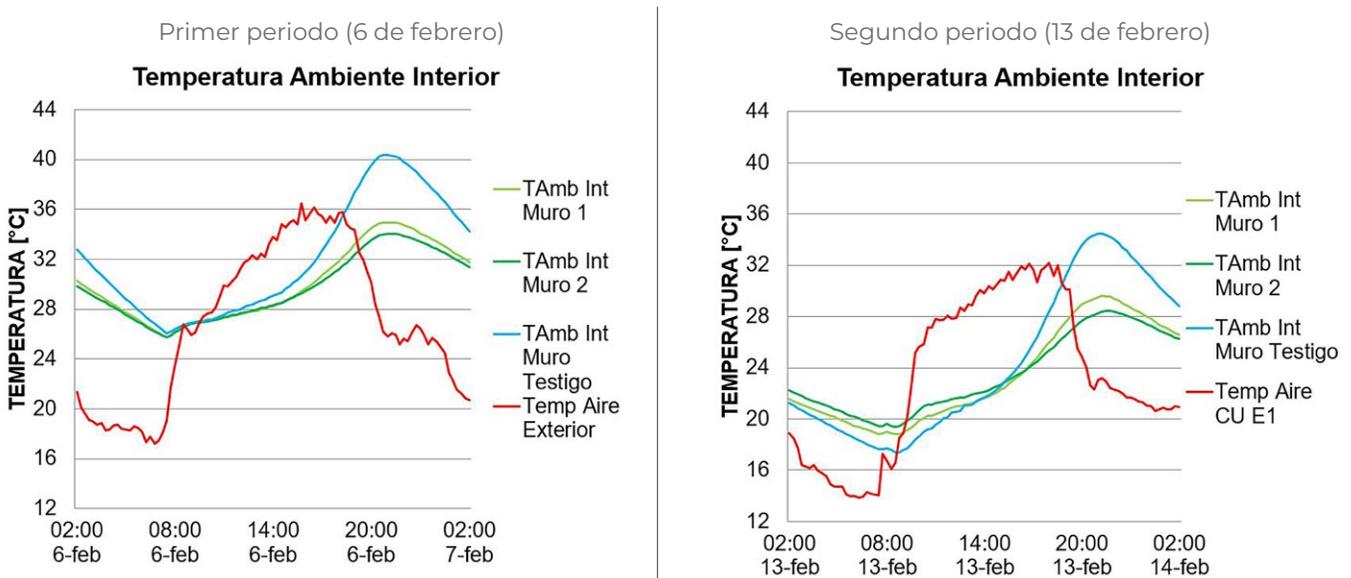
Fuente: elaboración propia (2022).

### Temperatura ambiente interior

Las magnitudes de reducción de temperatura ambiente interior —por efecto del uso de FVT—, entre muro con FVT y muro testigo, alcanzan una diferencia máxima de 6,2 °C a las 21:30 h del periodo de altas temperaturas y 5,8 °C a las 20:45 h del periodo de temperaturas moderadas para el muro cubierto con bignonia. Del mismo modo que en el análisis de la temperatura superficial interior, se verifica que, frente a temperaturas mínimas más bajas, la temperatura ambiente interior de los muros con FVT en horarios nocturnos son mayores que las del muro desnudo, evidenciando el efecto de conservación de las plantas —periodo de temperaturas moderadas— (figura 15).

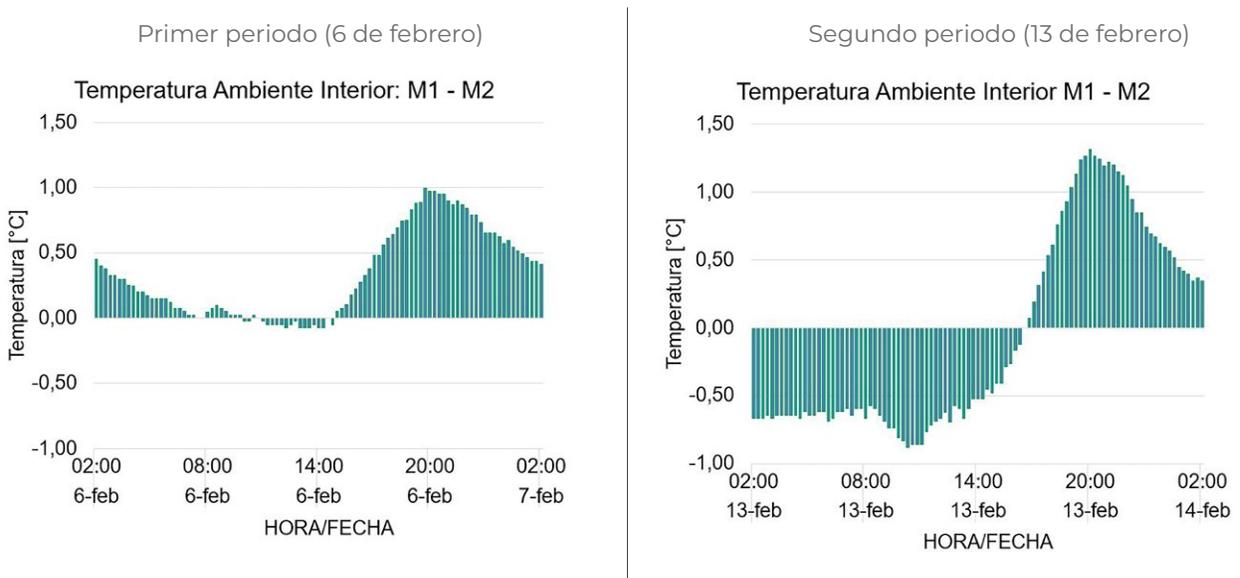
En términos de diferencias entre las especies de FVT durante el periodo de enfriamiento, la FVT con madreselva —menor cobertura— se encuentra hasta 0,8 °C más fresca que la FVT con bignonia para el periodo de temperaturas moderadas. Durante las horas de calentamiento, la temperatura del muro con madreselva se mantiene entre 1 °C y 1,2 °C más caliente que el muro con bignonia en el periodo de temperaturas altas y moderadas, respectivamente (figura 16). El menor porcentaje de cobertura de la madreselva incrementa las posibilidades de enfriamiento durante las horas de la noche e impacta en una mayor ganancia solar durante las horas de calentamiento.

**Figura 15.** Temperatura ambiente interior



Fuente: elaboración propia (2022).

**Figura 16.** Diferencial hora a hora de la temperatura ambiente interior



**Fuente:** elaboración propia (2022).

## DISCUSIÓN

El presente trabajo explora los beneficios de la aplicación de una tecnología de enverdecimiento de envolventes edilicias en ciudades emplazadas en contextos áridos. Los resultados obtenidos muestran valores de reducción de temperatura exterior e interior, cuyas magnitudes son superiores a las halladas en la bibliografía internacional. Esto se debe a que el efecto de sombra y aislamiento de las FVT impacta en mayor medida en climas caracterizados por elevadas temperaturas en verano, la predominancia de días claros y la intensidad de radiación solar —BWk Köppen-Geiger—, ámbito en el cual se ha desarrollado el presente estudio.

Hacia el exterior, en términos de temperatura del aire, Zhang et al. (2019) hallan reducciones de hasta 1,9 °C para un día cálido a 0,30 m del follaje de una FV en orientación oeste respecto de un muro testigo en contexto de clima Cfa (subtropical); y de hasta 3,0 °C en verano a 0,08 m del follaje de una FV —hiedra— en orientación sur —hemisferio norte— respecto a muro testigo en clima Cfb (oceánico) (Cameron et al., 2014). En términos de temperatura superficial externa de la pared, Vox et al. (2018) y Hoelscher et al. (2016) reportan reducciones de hasta 9,0 °C y 15,5 °C para FVT orientadas al norte (clima Csa, mediterráneo) y al noroeste (clima Dfb, continental), respectivamente. En el presente estudio se determinan magnitudes mayores, del orden de 3,5 °C a 0,30 m del follaje para la temperatura

del aire exterior y de 17,8 °C para la temperatura superficial exterior. El mayor beneficio por el uso de las FVT en clima árido se debe a que, en la primera, la temperatura radiante promedio de la pared sin cobertura es más alta respecto a la del vegetal y, la segunda, debido al bloqueo de mayor radiación solar incidente en la cara externa del muro producido por la cobertura foliar de la FVT.

Hacia el interior, en relación con la temperatura superficial, Hoelscher et al. (2016) y Susorova et al. (2013) hallan magnitudes de reducción de hasta 1,7 °C y 2,0 °C para FVT orientadas al oeste (clima del tipo Dfb, continental) y al norte (clima del tipo Dfa, templado cálido), respectivamente. Finalmente, y asociado a la temperatura de aire interna en una cámara de aire, Kontoleon y Eumorfopoulou (2010) registran reducciones de hasta 0,5 °C para FVT orientadas al este (clima del tipo Cfb, oceánico). En este trabajo, las magnitudes encontradas son mayores, del orden de 7,5 °C para la temperatura superficial interior y de 6,2 °C para la temperatura ambiente en la cámara de aire. Los mayores valores encontrados en las temperaturas internas, respecto a la bibliografía internacional, se deben a que estas son la resultante de un efecto combinado de sombra y aislamiento que, como se observó, tienen mayor impacto en este tipo de clima. Esto incide en una mayor disminución en la transferencia de calor desde el exterior del muro másico hacia el interior.

## CONCLUSIONES

Este trabajo evalúa la incidencia de la aplicación de FVT, en muros de orientación oeste en verano, sobre las magnitudes de temperaturas ambiente y superficiales, exteriores e interiores, en un ensayo en condiciones controladas desarrollado en clima seco-desértico del Área Metropolitana de Mendoza —BWk—, en días representativos de esta estación.

Se observa una máxima disminución de la temperatura ambiente exterior mediata a las FVT del orden de 3,5 °C entre el muro testigo y el muro con trepadoras. A su vez, se registran diferencias de hasta 2,0 °C entre las FVT con distintas especies vegetales. Es decir, la magnitud del impacto de la estrategia está asociado a las características intrínsecas de las plantas. Esto pone de manifiesto que la correcta selección de especies incide en el potencial de las FVT para reducir la temperatura ambiente exterior mediata.

Los muros con cobertura vegetal alcanzan una máxima reducción de temperatura superficial exterior de 17,8 °C. Este beneficio se debe al sombreado que produce la especie trepadora respecto al caso testigo con total exposición solar. Además, se observan diferencias entre el desempeño de las FVT en relación con el espesor de la planta. En este sentido, esta variable impacta en la capacidad conservativa de la envolvente, mejorando su desempeño térmico para mantener temperaturas de confort en las estaciones extremas con su consecuente ahorro de energía auxiliar.

En relación con las variables interiores, se encontró una magnitud de máxima reducción de temperatura superficial de 7,5 °C y una magnitud de máxima reducción de temperatura ambiente de 6,2 °C. Las temperaturas más cercanas a las de confort están asociadas a la especie vegetal que muestra mayor cobertura, dado que esta variable impacta en una menor ganancia solar durante las horas de calentamiento y limita las posibilidades de enfriamiento durante las horas de la noche.

En comparación con las magnitudes encontradas por otros autores, en climas diferentes al estudiado y en ensayos similares, se observan mejores rendimientos térmicos dados por el

uso de la estrategia de FVT en condiciones de aridez.

Si se relacionan las diferencias halladas con las variaciones térmicas entre ambos periodos analizados —altas y moderadas temperaturas—, se observa que el impacto de la implementación de FVT en relación con el muro testigo es mayor en periodos de altas temperaturas. Mientras que el impacto de la selección de las especies es más evidente en periodos de temperaturas moderadas.

Finalmente, este estudio es un aporte al avance del conocimiento en torno al uso de FVT en envolventes edilicias del tipo másico, emplazadas en climas de condición árida. En los resultados queda demostrada la eficiencia de una de las estrategias de enverdecimiento vertical para disminuir temperaturas interiores y exteriores de las envolventes y para contribuir en la reducción de las temperaturas medias radiantes de las envolventes exteriores, mejorando la sensación de confort de las personas que habitan los espacios adyacentes. Además, es eficaz para reducir la temperatura ambiente exterior con el consecuente beneficio sobre la calidad ambiental del espacio urbano.

Durante el desarrollo del estudio se presentaron limitaciones asociadas a recursos económicos insuficientes para adquirir otros tipos de instrumentos de medición, necesarios para la evaluación de variables distintas a las presentadas. Además, cambios imprevistos de las condiciones meteorológicas forzaron a reiterar los periodos de medición, con los consecuentes desvíos en los plazos iniciales establecidos para la finalización del monitoreo experimental.

En futuras etapas, se prevé evaluar mediante simulación computacional el desempeño de la estrategia vinculado a otros sistemas constructivos, con diferentes especies para conformar FVT y mayores escalas de implementación. Se plantea, como objetivo mayor, incrementar los estudios en torno a la temática, estandarizar resultados y desarrollar pautas de diseño que permitan hacer un uso eficiente de FVT para mitigar el aumento de las temperaturas en el hábitat construido tanto a escala de edificación como a nivel urbano y global.

## CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Todos los autores han contribuido con una dedicación coincidente con el orden de aparición como primer, segundo y tercer autor. Asimismo, estas contribuciones son del tipo

sustancial a la formulación, diseño y monitoreo del estudio, a la extracción y análisis de los datos obtenidos, redacción del cuerpo del artículo y su revisión final para publicación.

## REFERENCIAS

- Bustami, R. A., Belusko, M., Ward, J., & Beecham, S. (2018). Vertical greenery systems: A systematic review of research trends. *Building and Environment*, 146(August), 226-237. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.09.045>
- Cameron, R. W. F., Taylor, J. E., & Emmett, M. R. (2014). What's "cool" in the world of green façades? How plant choice influences the cooling properties of green walls. *Building and Environment*, 73, 198-207. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.12.005>
- Coma, J., Pérez, G., de Gracia, A., Burés, S., Urrestarazu, M., & Cabeza, L. F. (2017). Vertical greenery systems for energy savings in buildings: A comparative study between green walls and green facades. *Building and Environment*, 111, 228-237. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.11.014>
- Dahanayake, K. C., Chow, C. L., & Long Hou, G. (2017). Selection of suitable plant species for energy efficient Vertical Greenery Systems (VGS). *Energy Procedia*, 142, 2473-2478. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.12.185>
- De Lima Junior, J. E., De Medeiros, M. H. F., & Tavares, S. F. (2017). Fachadas vegetais para melhora do conforto ambiental de edificações: Escolha para Curitiba usando análise hierárquica. *Arquitetura Revista*, 13(1), 50-60. <https://doi.org/10.4013/arq.2017.131.06>
- Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, A. R., & Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: The role of the green infrastructure. *Built Environment*, 33(1), 115-133. <https://doi.org/10.2148/benv.33.1.115>
- Haggag, M., Hassan, A., & Elmasry, S. (2014). Experimental study on reduced heat gain through green façades in a high heat load climate. *Energy and Buildings*, 82, 668-674. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.07.087>
- Hoelscher, M. T., Nehls, T., Jänicke, B., & Wessolek, G. (2016). Quantifying cooling effects of facade greening: Shading, transpiration and insulation. *Energy and Buildings*, 114, 283-290. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.06.047>
- Kontoleon, K. J., & Eumorfopoulou, E. A. (2010). The effect of the orientation and proportion of a plant-covered wall layer on the thermal performance of a building zone. *Building and Environment*, 45(5), 1287-1303. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.11.013>
- Li, C., Wei, J., & Li, C. (2019). Influence of foliage thickness on thermal performance of green façades in hot and humid climate. *Energy & Buildings*, 199, 72-87. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.06.045>
- International Energy Agency (IEA). (2017). *Energy Technology Perspectives 2017*. IEA Publications. <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2017>
- Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). (2022). *Panorama energético de América Latina y el Caribe 2022*. [http://www.joi.isoss.net/PDFs/Vol-7-no-2-2021/03\\_J\\_ISOSS\\_7\\_2.pdf](http://www.joi.isoss.net/PDFs/Vol-7-no-2-2021/03_J_ISOSS_7_2.pdf)
- Osuna-Motta, I., Herrera-Cáceres, C., y López-Bernal, O. (2017). Techo plantado como dispositivo de climatización pasiva en el trópico. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 19(1), 42-55. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2017.19.1.1109>
- Othman, A. R., & Sahidin, N. (2016). Vertical greening façade as passive approach in sustainable design. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 222, 845-854. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.185>
- Pérez, G., Coma, J., Chàfer, M., & Cabeza, L. F. (2022). Seasonal influence of leaf area index (LAI) on the energy performance of a green facade. *Building and Environment*, 207(2021). <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108497>
- Pérez, G., Coma, J., Sol, S., & Cabeza, L. F. (2017). Green facade for energy savings in buildings: The influence of leaf area index and facade orientation on the shadow effect. *Applied Energy*, 187, 424-437. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.11.055>

- Pérez Gallardo, N., Rogério, A., Neves, G. Z. F., Vecchia, F. A., & Roriz, V. F. (2018). Reacción frente al frío de edificaciones con envolventes vegetales para climas tropicales. Fachadas verdes y cubiertas ajardinadas. *Revista Ingeniería de Construcción*, 33(1), 15-28. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000100015>
- Suárez, P., Cantón, M. A., & Correa, É. (2018). Impacto de sistemas de enverdecimiento vertical en el comportamiento termo-energético de espacios urbano edificios. Análisis crítico del estado del arte. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente - AVERMA*, 22, 37-48. <https://portalde-revistas.unsa.edu.ar/index.php/averma/article/view/1186>
- Suklje, T., Saso, M., & Arkar, C. (2016). On detailed thermal response modeling of vertical greenery systems as cooling measure for buildings and cities in summer conditions. *Energy*, 115, 1055-1068. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.08.095>
- Susorova, I., Angulo, M., Bahrami, P., & Brent Stephens. (2013). A model of vegetated exterior facades for evaluation of wall thermal performance. *Building and Environment*, 67, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.04.027>
- Susorova, I., Azimi, P., & Stephens, B. (2014). The effects of climbing vegetation on the local microclimate, thermal performance, and air infiltration of four building facade orientations. *Building and Environment*, 76, 113-124. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.03.011>
- Vox, G., Blanco, I., & Schettini, E. (2018). Green façades to control wall surface temperature in buildings. *Building and Environment*, 129(2017), 154-166. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.12.002>
- Wong, N. H., Kwang Tan, A. Y., Chen, Y., Sekar, K., Tan, P. Y., Chan, D., Chiang, K., & Wong, N. C. (2010). Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls. *Building and Environment*, 45(3), 663-672. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.08.005>
- Xing, Q., Hao, X., Lin, Y., Tan, H., & Yang, K. (2019). Experimental investigation on the thermal performance of a vertical greening system with green roof in wet and cold climates during winter. *Energy and Buildings*, 183, 105-117. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.10.038>
- Zhang, L., Deng, Z., Liang, L., Zhang, Y., Meng, Q., & Wang, J. (2019). Energy & Buildings Thermal behavior of a vertical green facade and its impact on the indoor and outdoor thermal environment. *Energy and Buildings*, 204, 109502. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109502>



# Complejidad y depuración morfológica en experiencias docentes desde la modelación prearquitectural: eterno retorno de las formas puras

Complexity and Morphological Refinement in Teaching Experiences through Pre-Architectural Modeling: eternal Return of Pure Forms

Recibido: mayo 24 / 2023 • Evaluado: junio 1 / 2023 • Aceptado: febrero 19 / 2024

## CÓMO CITAR

Cañete-Islas, Ó. (2024). Complejidad y depuración morfológica en experiencias docentes desde la modelación prearquitectural: eterno retorno de las formas puras. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(2), 91-108. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.5266>

Ómar Cañete-Islas\*  
Universidad de Valparaíso, Chile.  
Escuela de Arquitectura

## RESUMEN

Desde finales del siglo XX se ha ido autonomizando un campo de exploración morfológica en diversas disciplinas y ámbitos de estudio. En el caso de la arquitectura, esta autonomización se ha ido dando sobre la base de una depuración procedimental, incluso algorítmica, que opera sobre una forma depurándola y abstrayendo ciertas cualidades, extendiendo, no sin sucesivas crisis, el paradigma de las formas puras derivado de principios y elaboraciones estéticas propias de la modernidad. Esto ha generado no solo una ampliación de este principio general, sino también otras maneras de aproximarse a él. En cada nueva oleada pareciera que nuevos actos o configuraciones formales son exploradas y agotadas en sus expresiones arquitecturales. Nociones como patrones, pliegues, cubiertas y envolventes morfológicas, crecimientos y fragmentaciones modulares, descomposición o deconstrucción de paneles o piezas, superposiciones, deformaciones, entre tantas otras, solo refuerzan esta tendencia general, entendida como un despliegue depurador del mismo paradigma moderno inicial. En el presente artículo se revisa parte de este desarrollo paradigmático y se exponen parte de las experiencias del autor.

### Palabras clave:

diseño paramétrico; docencia arquitectura; modelación digital; morfogénesis

## ABSTRACT

Since the late 20th century, a field of morphological exploration has been autonomously developing in various disciplines and fields of study. In the case of architecture, this autonomization has been based on a procedural, even algorithmic refinement of form, by expunging it and abstracting certain qualities, thereby extending, not without successive crises, the paradigm of pure forms derived from principles and aesthetic elaborations inherent to modernity. This has not only expanded this general principle, but also opened new ways of approaching it. With each new wave, it seems that new formal acts or configurations are explored and exhausted in their architectural expressions. Concepts such as patterns, folds, roofs and morphological envelopes, modular growths and fragmentations, panel or piece decomposition or deconstruction, overlaps, deformations, among many others, only reinforce this general trend, understood as a refining deployment of the initial modern paradigm. This article reviews part of this paradigmatic development and presents some of the author's experiences.

### Keywords:

parametric design; architecture education; digital modeling; morphogenesis

✦ Psicólogo, Universidad de Valparaíso (Chile).  
Magíster en Psicología social, Universidad de Valparaíso (Chile).  
Docente Escuela de Arquitectura, Universidad de Valparaíso (Chile). Cátedra de Geometría Fractal; profesor  
Módulo de Forma en el Taller de Ciudad, carrera de Arquitectura.  
◆ <https://scholar.google.com/citations?user=4AU9M18AAAAJ&hl=es>  
📄 <https://orcid.org/0000-0003-4762-3718>  
✉ [ocanetei00@yahoo.es](mailto:ocanetei00@yahoo.es)

## INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la arquitectura moderna, la relación entre forma y arquitectura ha quedado marcada —y condicionada, incluso— por un concepto clave, cual es el de la noción de formas puras, o purismo de las formas, según se explicita ya en la Carta de Atenas. Este principio se vincula, además, no solo a los principios de liberación funcional y estética del espacio, sino también a la noción de ausencia de ornamento y ciertas concepciones dinámicas y distintivas entre los espacios públicos y privados, de circulación y *promenade* (paseo), entre otros.

Progresivamente, este principio de las formas puras ha sido tensionado desde distintas corrientes, declaradas modernas, o que en su momento han planteado al margen de ella, sea desde una búsqueda de quiebre o superación, pero que con el avance del tiempo ha significado más bien una evolución del mismo concepto general. En este sentido, ha pasado a ser más bien un verbo, destacando un rol metarregulador de depuración de formas, más que una idealización reduccionista, en el sentido geométrico platónico con el que se la asimiló en un comienzo.

En este marco, el problema de las formas se vuelve relevante a partir de las influencias del paradigma de la complejidad, que postulan una nueva geometría de lo amorfo e irregular, desde una sólida base morfológica que se extiende al desarrollo de la computación y modelación digital, y que exige constantemente replantearse el problema de las formas, desde un campo que reconozca su autonomía, por un lado, y, en segundo término, que se vincula a las exigencias programáticas, proyectuales, constructivas y de relaciones con el entorno (sea de emplazamiento, vinculación al contexto, circulaciones, distintividad, funcionalidad, habitabilidad, etc.). A continuación, se revisará parte de esta evolución a la luz de diversas experiencias de modelación morfológica resultado del trabajo en los últimos años en la carrera de Arquitectura, de la Universidad de Valparaíso, Chile.

### Marco teórico

#### El Pensamiento Complejo

La variedad de modelos y teorías vinculadas a las Teorías de la Complejidad o a los modelos morfogenéticos que comparten dichos principios (Morin, 2008; Vanoli, 2017) da cuenta de la eclosión que este paradigma logró en los años noventa y que se extiende a través de diversos autores dentro y fuera de la ciencia, que exploran en los principios operativos que de ella surgen. Conceptos como transformación, crecimiento, azar, reproducción y variación de patrones a escala, formas diagramáticas, continuidad y discontinuidad de un proceso o dinámica, autoorganización, cibernética, retroalimentación, procesos estocásticos, etc., destacan entre los

conceptos operativos que se desarrollan bajo su concepción. En este sentido, estos conceptos agrupados en un Paradigma de la Complejidad ha propiciado una evolución paradigmática unitaria (Khum, 1999) siguiendo un marco propio de una Teoría del Conocimiento, que es aplicable al problema de las formas puras en el arte y en la arquitectura moderna, si se considera la importancia que dentro del arte han tenido la asimilación de conceptos operativos y procedimentales, que guían el propio proceso creativo, vinculando este plano funcional al plano de la estética, dentro del desarrollo morfológico de la arquitectura.

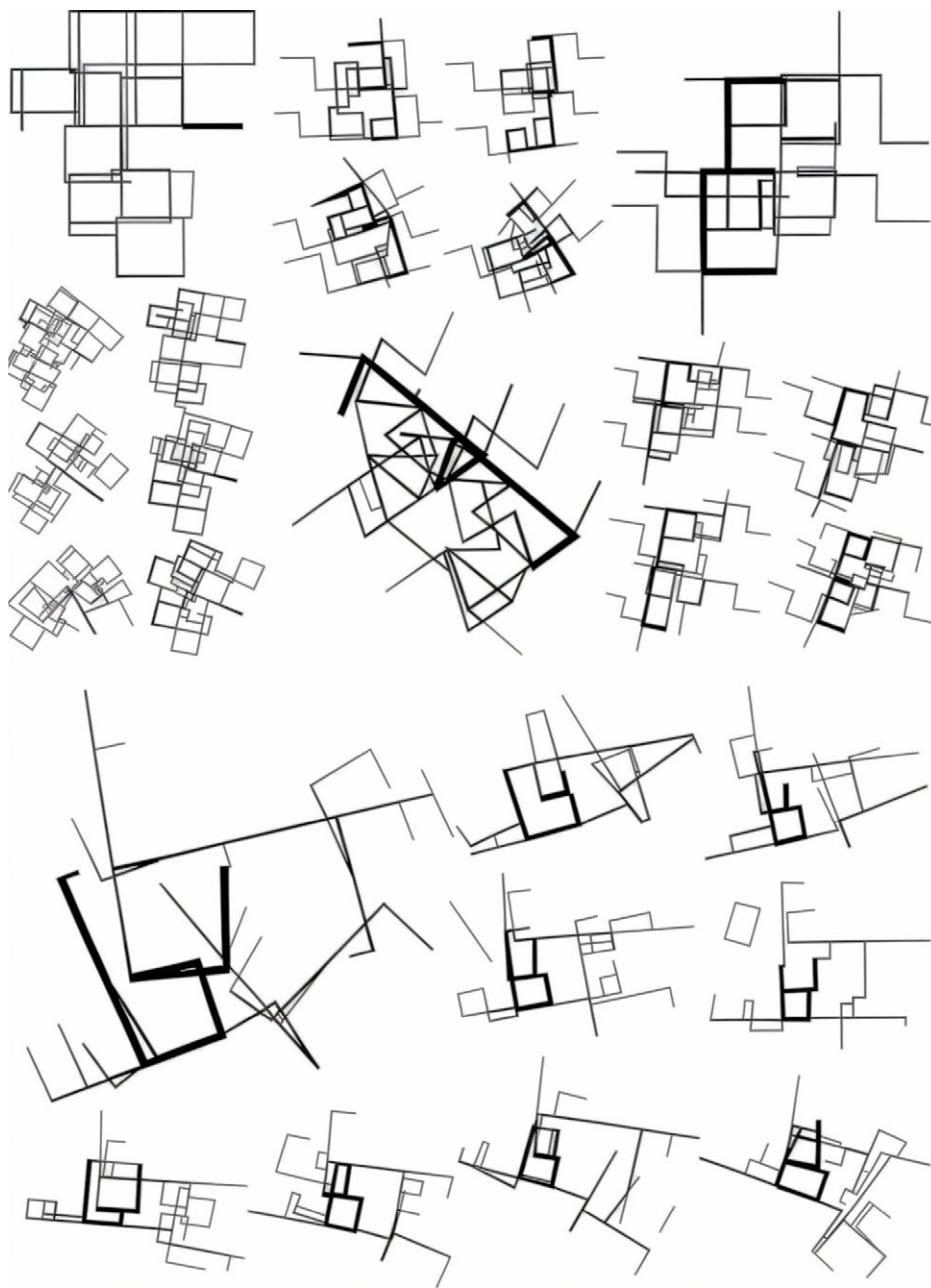
Se puede entender así, que se pueda renovar y extender la noción de formas puras en el arte y la arquitectura, en torno a la importancia del acto (algoritmo) en ambas perspectivas. Esta confluencia entre principio y operatividad permite hablar de un minimalismo generativo (Cañete, 2018a, 2018b; 2020).

Debemos recordar que los inicios del Pensamiento Complejo (Morin, 2008) quedaron vinculados a problemas como el azar morfológico—sea azar ontológico o solo epistémico— (Wagensberg, 2005; 2006), pero que progresivamente se expresaron en intentos por identificar, alterar e incluso amplificar señales o patrones, donde operan mecanismos generadores de nuevas formas, tales como incertidumbre, retroalimentación, interacción, trayectorias que convergen o divergen según principio de tensión y equilibrio dinámico (Letelier & Brugnoli, 1992), sincronía (Varela, 1995) o los procesos de autoorganización, transformaciones e interacción multiescalar (Burton et al., 2011).

A su vez, esto abrió nuevos campos que genéricamente se han denominado morfogénesis, develando la importancia de relaciones y configuraciones de estructuras transicionales, híbridas o procesos de fragmentación y formación de *landscapes* (paisajes) que den cuenta de estas nuevas relaciones morfológicas cada vez más dinámicas (Deleuze, 2000; Zaera, 2002; De Sola Morales, 2003). La constante sistematización procedimental de este tipo de formas e interacciones complejas a través de morfologías y *softwares* altamente operativos pone énfasis en la generación y construcción contemporánea de la sensibilidad arquitectónica y como una herramienta para amplificar un pensamiento orientado con base en la constante observación de lo inmaterial.

De este modo, progresivamente se unen los campos de *experimentación* y de *experiencia* en torno al problema de la forma, tanto en arte como en arquitectura, donde se vincula al estudio y modelación del habitar, sus modos de vida en la ciudad, los diversos entornos en los que se da y los valores arquitectónicos propios de la contemporaneidad (figura 1).

**Figura 1.** Iteración de funciones en *software* LSVG



**Fuente:** elaboración propia (2023).

### Morfologías naturales como inicio de las formas complejas

Sin duda, una de las primeras aproximaciones a las teorías de la complejidad, a través de sus distintos modelos, estuvo ligada a una suerte de replanteamiento naturalista de viejos problemas. Preguntas aparentemente simples como *¿qué forma tiene una nube, una turbulencia, el humo de un cigarrillo?* o un cristal o metal visto en su intimidad atómica y/o molecular, que parece diferir según varias escalas, o la diversidad de formas vivas, etc. Más aún, *¿por qué la naturaleza adquiere esas formas?, ¿cómo es que la diversidad llega a ser parte relevante de los acontecimientos naturales o es un mero accidente o capricho?, y ¿por qué difieren tanto de las formas ideales o puras?*

Uno de los primeros aspectos con los cuales ha de contrastarse el problema de la forma es

su estrecha relación que surge entre el plano procedimental y algoritmo, en tanto, la forma surge de un procedimiento o encadenamiento riguroso de acciones y actos medidos. En su conjunto, pueden ser vistos como un verdadero lenguaje generativo de la forma. Una morfogénesis, empezando por una suerte de uso constructivo y aún deconstrucción de la geometría euclidiana y aun otras como la descriptiva cartesiana y proyectiva, o la topología, parecen no ser suficientes para describir fenómenos aparentemente tan cotidianos, lo que supone una verdadera rebelión de las formas, como propone Wagensberg (2005).

Después de todo, siguiendo a Mandelbrot (2000), en el marco del estudio y modelación fractal parece difícil aceptar que una nube sea una mera suma de círculos, cuadrados y sólidos platónicos. Y si así lo fuera (al menos como estrategia metodológica de represen-

tación), ¿cuál sería el rol de estas formas más complejas que emergen, desde el punto de vista de las totalidades que generan?, ¿por qué?, ¿para qué? Una primera afirmación, intuitiva, pareciera indicar que las formas naturales —usualmente irregulares— tienen relación con las transformaciones de los objetos, sometidos a constantes presiones y fuerzas externas e internas, siempre a medio camino de algo, siempre en gestación, aún en su plenitud, como señala Wagensberg (2005), para quien: “La forma de un objeto es una propiedad de frontera que separa interior de exterior” (p. 22), pero también da pistas respecto de cualidades funcionales y de organización interna, por lo que además “aporta inteligibilidad para comprender el objeto” (p. 22).

En este marco, puede decirse que el estudio de las formas ha ido asimilando progresivamente los problemas del azar, la incertidumbre, las transformaciones y, en última instancia, lo irregular y amorfo, desde esta mirada procedimental.

En consecuencia, el camino que han seguido las teorías de la complejidad hacia la morfología ha derivado en que disciplinas crucen y transiten la frontera entre ciencia y arte. Por ejemplo, el estudio de las formas y configuraciones que posibilitó la Gestalt abrió el camino al estudio de patrones, el cual, potenciado con los avances del estructuralismo y la teoría de sistema, derivó en enfoques de retroalimentación cibernética que permitían integrar el problema de la sincronía y la diacronía para comprender los procesos de transformación e interacción.

La noción de lenguaje generativo posibilitó una buena síntesis y marco para integrar estos avances, en la noción de niveles de complejidad de un lenguaje formal, como el caso de las propiedades escalares de las formas orgánicas o naturales. Con esta noción cambiante de escala, el problema del observador derivó operativamente en la búsqueda de operaciones metalingüísticas como la iteración, amplificación, depuración y deformación formal de una señal o patrón, tomando una progresiva conciencia operática de cómo afectan las perturbaciones o cambios, en tanto actos, en los diversos rangos (mínimos o máximos) propios de la evolución de un sistema dinámico, así como su impacto a diversas escalas de tiempo y/o espacio, en las trayectorias o configuraciones morfológicas resultantes. En este marco, estudios de transformación e interacción escalar se orientaron ya a los estudios de los mecanismos de crecimiento, fragmentación, formación de pliegues, texturas y paisajes (*landscape*) en transformación morfológica.

No deja de ser interesante que, hasta buena parte del siglo XX, la forma no era considerada una variable, sino un accidente, invisibilizando cosas obvias como el estudio de las formas naturales y su importancia en la conformación y orden del mundo. Sin

embargo, el estudio de estas formas mediante patrones complejos se enfoca desde mecanismos como la reversibilidad y equivalencia que se hace entre forma y fórmula (desde Descartes en adelante) miradas a partir de un punto estático y rígido, el cual se vuelve variable y ajustable según factores de escala e iteración de funciones. En la práctica opera esta confluencia modal en la que el cálculo se depura en un cómputo (más abstracto), y este deviene nuevamente en diagramas o incluso *landscape* digital, que le permiten regular esta interacción eidético-procedimental.

### Holismo, observación y factor de escala

Ya en los años cincuenta, Gregory Bateson planteaba la necesidad de parte de la comunidad intelectual de generar sistemáticamente formas no reduccionistas de concebir la realidad, que permitieran integrar y no solo dividir, y menos, acriticamente. En otras palabras, generar alternativas o al menos complementos del pensamiento reduccionista como programa científico único. A esto, Bateson (1991) lo denominó “Pasos hacia una ecología de la mente”. El planteamiento de Bateson fue simple, pero de gran impacto: ampliar la, o las miradas, extender la mente y revincularla al mundo, pensando a partir no solo de las causas, sino de los efectos, en tanto matriz de interrelaciones que configuran un campo propio. No es solo un mero cambio cuantitativo, sino fundamentalmente cualitativo, que va de un reduccionismo a un holismo en las ciencias. Así, se puede tomar conciencia de cómo se piensa cuando se mira y se describe la realidad.

Sin embargo, ampliar la mirada permite una apertura a diversos temas. La primera cuestión es cómo concebir la diferencia que al dejar de ser considerada como contradicción debe cumplir algún rol dentro de un marco dinámico. La diferencia pasa a ser integrada en algún concepto relacional. Es esto posible. La diferencia no es contradicción, a menos que los elementos sean puestos en una relación tal que tengan que entrar en contradicción o competencia. Si la relación no es reduccionista, dos objetos diferentes pueden desarrollar numerosas formas de relacionarse (de las cuales un tipo puede ser la contradicción, entendida esta como una contradicción *ad absurdum*; A = A). Sin duda, aquí la biología empieza a hacer gala del descubrimiento de un sinnúmero de relaciones posibles entre organismos.

El caso paradigmático es el estudio de ecosistemas, donde se pueden observar relaciones de complementariedad, competencia, depredación, crecimiento, compensación, incremento, diferenciación, simbiosis, repetición, variación, destrucción, coexistencia, fusión, reproducción, síntesis metabólica, generación, etc., las que pueden variar, incluso, en diversos momentos.

Con esto, se puede hablar de una maximización del acto, o lo que se puede llamar *Minimalismo Generativo*. De esta forma, ampliar la mirada permite considerar diversas fuentes de novedad, tales como:

- el surgimiento de lo inesperado (entendido como azar, caos, procesos estocásticos, etc.);
- la constatación, o existencia de influencias recíprocas que pueden hallarse entre lo micro y lo macro (al considerar diversas escalas de observación de un mismo fenómeno), y
- los efectos a largo plazo de procesos o fenómenos similares. Finalmente, también permite asombrarse con observar la propia observación y su vinculación dentro de la trama del conocimiento.

### Dinamismo y proceso

En este punto, se debe preguntar *¿cuál es el aporte que brindan geometrías como los fractales a esta cuestión, en tanto alternativa holista al reduccionismo ad absurdum?* Y la respuesta está inicialmente en ampliar la mirada, y atender, reconocer y establecer nuevas relaciones (no reduccionistas) del fenómeno en estudio, donde la unidad de análisis es una unidad en interacción. Desde allí, se puede seguir ampliando la mirada en la medida en que se consideren nuevos sistemas y niveles de complejidad. Ahora bien, desde el punto de vista de los fractales, esta ampliación de la mirada se expresa, según Mandelbrot (2000), en la idea de *scaling properties* de una forma o patrón bajo diferentes escalas desde diversos tipos de miradas. En otras palabras, los fractales permiten ver la unidad o particularidad de un objeto o fenómeno a través de algunas configuraciones características —generalmente morfológicas o de patrones—, expresadas en la repetición de ciertos patrones que abarcan diversas escalas de observación. La existencia de un objeto se deduce de su presencia y detección en, al menos, algún rango escalar de observación y/o medición. Por tanto, su visibilidad, si no existencia —en tanto regularidad en los objetos o entes de estudio— está dada por esta escala o diversidad de escalas de interacción a través de las cuales el observador se relaciona, intuye, deduce o, simplemente, se topa o halla con ese algo que entonces adquiere cierta presencia y corporeidad. Incluso, dicha existencia se da como configuración interactiva y depende del ajuste correlativo y dinámico de esta relación. Esa mirada, entonces, es en sí misma un proceso dinámico y constructivo del conocimiento que necesita continuamente organizarse mediante diversas operaciones mentales y conceptuales para constituirse autorreguladamente y de forma consciente en relación con los propios ajustes, cambios, giros, interacciones y devenir de lo observado. Esto, más que postulado metafísico, exige nuevas formas de estudiar y conocer, que se traducen en el problema de

cómo observar la continuidad y discontinuidad en sus imbricadas formas de interacción (continuidad en la discontinuidad o la discontinuidad continua), presente en una dinámica, proceso, cambio, alteración, organización, surgimiento de la novedad, de todo proceso morfogenético, creativo, por lo que este tipo de avances influye recíprocamente en toda una cultura visual propia de los siglos XX y XXI.

Sin duda, esto llevó a numerosas situaciones en las que al observar el paso o cambio brusco de estados de un sistema generaba la impresión de estar ante verdaderas paradojas, si no contradicciones, de la observación y el razonamiento. Así, cuando se considera una ampliación del marco de referencia o, en otras palabras, de la escala de observación espaciotemporal, diversas situaciones empiezan a ser de suyo interesantes; por ejemplo, al detectar numerosos fenómenos similares que en un momento eran o se comportaban de una determinada manera, y al momento o en situaciones casi idénticas se comportaban de otra manera, debido a pequeñas fluctuaciones internas o externas al sistema. O bien, a veces, algunos cambios en lo local o de escala inferior generaban grandes cambios a nivel de lo macro. Otras veces, lo que pasa a una escala solo se ve en ciertas escalas de observación y no en todas.

Así, fenómenos, sobre todo en termodinámica, como el estudio de fluidos o en otro plano, los ecosistemas vivientes vinculan muchos componentes o individuos en interacción, los cuales, en diferentes situaciones, se alteran con pequeñas variaciones. Estos diversos antecedentes hacen pensar que es necesario disponer de una observación continua y dinámica que, además, sea sensible al efecto de los pequeños cambios, como, asimismo, a diversas escalas para observar tanto los pequeños como los grandes movimientos, interacciones, transformaciones o variaciones. De esta forma, la escala de observación se asocia a una observación no reduccionista de lo interdependiente y en continuo cambio.

Una segunda fuente de asombro e interés, generada por el pensamiento complejo, parte del hecho de que una vez se conocen los rangos en los que algo cambia, permanece o se relaciona, permite concebir dichas relaciones como parte de mecanismos generadores o mantenedores de tal relación. Así, un segundo concepto relevante dentro del pensamiento complejo es el de estudiar las transformaciones en cuanto tales, no como meramente inferidas a partir de la observación de la recurrencia o divergencia dentro de una serie, sino como mecanismo generador de tal o cual relación (Lindenmayer & Przemyslaw; 2000; Cañete, 2014; 2016, 2017, 2018a, 2018b). Como se ha dicho, el problema de estudiar la transformación lleva a plantearse cómo estudiar algo que cambia, ya sea por sucesos internos o por

perturbaciones o interacciones —previstas o imprevistas— del entorno, en conjunto con las continuas relaciones e intercambios que se están desarrollando a diversas escalas.

Es interesante recordar los planteamientos de Jorge Wagensberg (2006) quien señala que la forma de los objetos corresponde a propiedades “de frontera” entre objetos y fenómenos, muy similar a lo que el semiólogo Charles S. Peirce denominaba *Correlatos mentales*. Estudiar así un patrón de crecimiento necesariamente lleva a situaciones en las que la escala se debe ajustar e integrar en la propia observación lo nuevo y emergente, y analizar cómo esto influye en lo ya dado. El ajuste de la escala de observación se da en función del objeto y su crecimiento. A este procedimiento se lo suele llamar *ajuste escalar* o renormalización. Por ende, la autosimilitud es el grado en el que una morfología o patrón irregular (no lineal) se repite en diversas escalas (de tiempo, espacio o masa) durante una transformación. En consecuencia, esta constancia morfológica de la irregularidad es una medida de la regularidad y unidad de un fenómeno, y si el patrón de crecimiento, por muy irregular que sea (no lineal), es regular al ser observado en diversas escalas, entonces dicho patrón de crecimiento es también (fractalmente) estable y la unidad del sistema debe estudiarse desde allí.

Por cierto, un sistema puede articular durante su transformación o interacción (un tropismo) diversos patrones operando a diversos ritmos, magnitudes, escalas, involucrando varios o pocos sistemas y/o subsistemas, etc., lo cual, sin duda, aumenta la complejidad del estudio. En consecuencia, su observación ha de requerir una constante vinculación con exploraciones conjeturales y toma de decisiones en la formulación de hipótesis. He aquí entonces un nuevo elemento para reflexionar: *¿cómo integrar en un solo proceso y espectro de observación continuo la diversidad de componentes, relaciones, rasgos, atributos y acontecimientos actuando diferencialmente o a la vez y a diversas escalas de observación?* Como se ha dicho, en muchos casos no era solo una cuestión de ajustar la escala de observación, sino de observar de manera distinta, a veces como estado, a veces como continuo, a veces lento, a veces rápido, a veces como fluido, a veces como materia, otras como energía, otras como estructura o forma, como algo inerte, otras como vida, etc., para luego intentar articular modelos complejos de entendimiento.

Puesto en este contexto, ampliar la mirada permite observar distintos tipos de interacciones que actúan a diversas escalas. Para muchos, esto introduce la noción de intencionalidad en ciencias o, incluso, de teleología en la naturaleza (Bateson, 1991). Sin embargo, según autores como Prigogine (1999), el principal impacto es que introduce el tiempo en

las ciencias. Si el estado, por así decirlo, natural de todo sistema es la interacción, más aún, es de allí de donde proviene su vigor que lo aleja de la inercia (no interacción) como posibilidad de final. Entonces, el desarrollo de un sistema dependerá de las interacciones que tenga, y de cómo ciertas reglas de transformación u organización interactúen, plasmando una historia particular en el propio devenir de dicho sistema (Cañete, 2014, 2017).

Los sistemas, al entrar en momentos de interacción y dinamismo, se vuelven históricos, pues muchas interacciones favorecerán algunos desarrollos y no otros, lo cual, a su vez, tendrá ciertos impactos y efectos, y no otros a corto, mediano y largo plazo, de los cuales no puede haber certeza. En otras palabras, los sistemas construyen recorridos, trayectorias, y cada nuevo evento tiene efectos sobre el propio devenir. Incluso más, como reconocen y examinan autores como Zubiri (1990) el dinamismo es un modo estructural de ser y estar en el mundo, donde: “El dinamismo es ciertamente un momento estructural de las cosas, aquel momento estructural, o uno de los momentos estructurales. Quizás el más radical, por el que las cosas están en el mundo. Es la manera de estar en el mundo” (p. 179). Más aún, este modo dinámico de estar en el mundo, lleva a preguntarse *¿cuál es la forma de ese dinamismo?*, por lo cual, para Zubiri: “la realidad es siempre emergente. Todas las cosas, en una o en otra forma lo son. Emergentes en virtud del dinamismo. Y este es justamente el dinamismo de lo real” (pp. 280), por lo que: “la forma general del dinamismo es por lo visto el tiempo. Las cosas emergen ahora, en un ahora, un antes y un después” (p. 280-281).

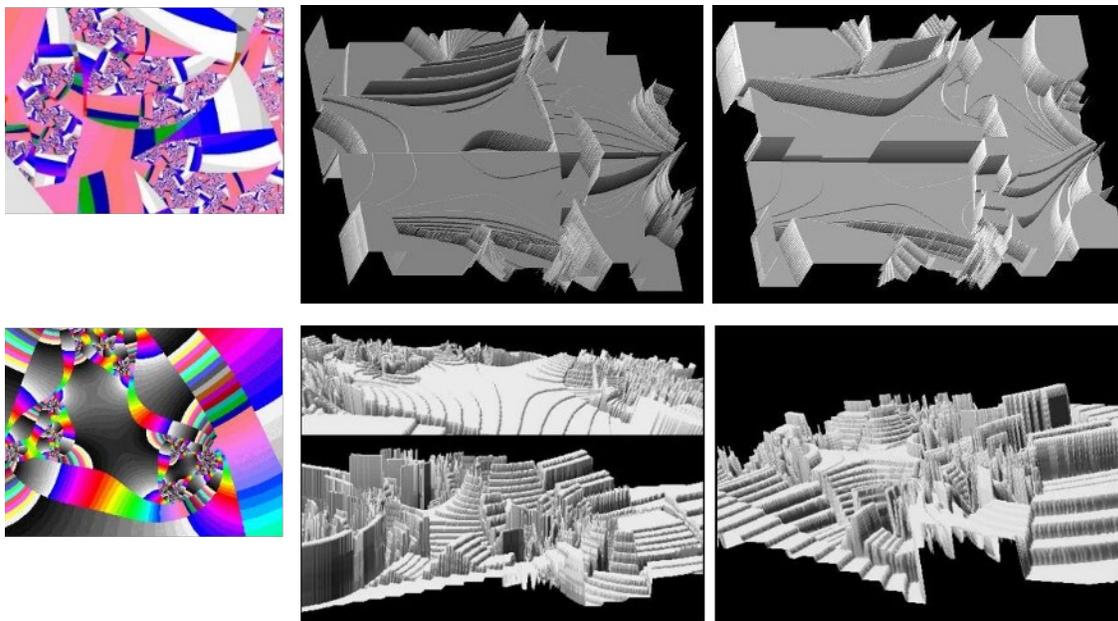
Otro aspecto relevante que permite la ampliación de la mirada es que, al observar diversos modos de darse y actuar de un sistema, si bien es posible apreciar un metaorden entendido, este no corresponde solo a un juego de inercia y entropía, y que, cual juego combinatorio, resulta más apropiado describirlo en términos de los estudios morfológicos, teoría de juegos, y más aún, desde el estudio de patrones y configuraciones, y también de los estados posibles de un sistema o estructura dinámica o en transformación. Esto sin duda, ha permitido y potenciado una constante ejercitación y asimilación del problema de la forma como un campo autónomo de exploración, del cual dan cuenta las aproximaciones orgánicas, modulares, escultóricas y deconstructivas que han surgido como oleadas estéticas en la arquitectura.

Esta verdadera revitalización (casi escolástica) de los “modos de darse” permite generar un estudio de las reglas de composición y transformación de un sistema. De leyes universales se pasa a la idea de leyes de composición y transformación, donde el énfasis se articula en la idea de

las leyes como códigos lingüísticos que actúan generativamente en la composición del estado de cosas, tal como se presenta y observa en un momento o estado. Así, de la idea de modo de darse de las leyes se pasa a la idea de lenguaje de patrones. Como se ha dicho, el foco de la atención deja de estar en el descubrimiento de Leyes Universales, y pasa a estar en cómo estas se constituyen en principios operativos o generativos de formas. Más aún, el descubrimiento de los llamados sistemas no-lineales o sistemas

alejados del equilibrio permite articular la idea de que incluso el orden, entendido este como estabilidad e inercia de las relaciones (sin roce), emerge a partir de estados donde lo natural es la interacción, y que la estabilidad se sustenta según formas de compensar y/o amplificar relaciones y diferencias entre sistemas. El estudio de modos indaga en las propiedades morfológicas de patrones de composición estableciendo un área de exploración morfológica independiente y autónoma (figura 2 y figura 3).

**Figura 2.** Levantamientos 3D desde geometrías fractales. Proyecto de Artes Visuales, financiado por FONDART



**Fuente:** Cañete y Bahamondes (2011); Cañete (2014, 2016).

**Figura 3.** Arte digital. Procesos creativos con base en operaciones de descomposición, fragmentación y depuración morfológica



**Fuente:** elaboración propia (2023).

### Morfologías y arte digital

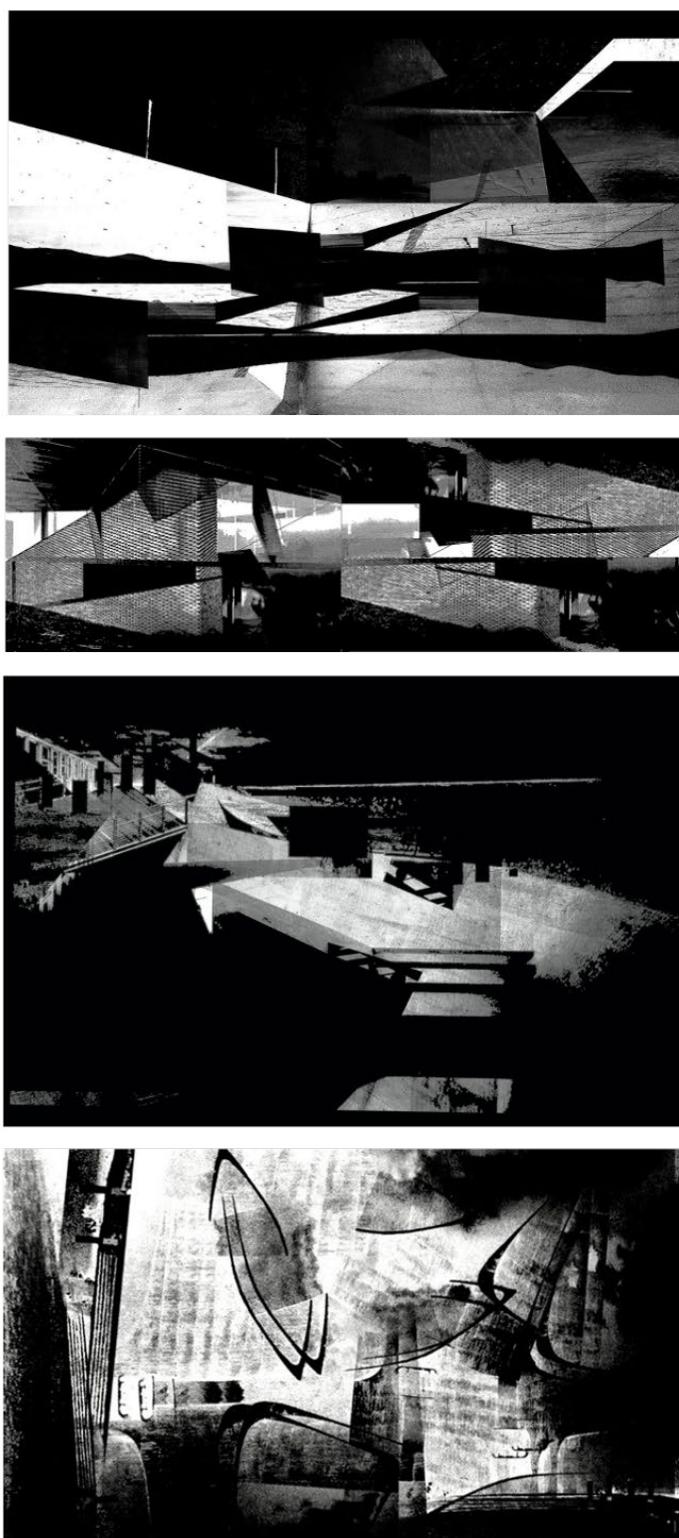
En los años sesenta, nuevas camadas de artistas empezaron a explorar con herramientas gráfico-computacionales, que produjeron las primeras exposiciones de autores como Michel Noll. Estos primeros trabajos muestran una influencia y afinidad con los trabajos de pintores precedentes, tales como como Piet Mondrian o Paul Klee (Copper & Lynn, 1990),

incluso trayendo reminiscencias con los estudios de cubismo dinámico o de paradojas visuales, o dispositivos ópticos de los trabajos de Duchamp, Albers (2010), o el Op Art, entre otros, los cuales conjugan formas compositivas generativas y minimalistas a la vez, derivando en un campo de exploración donde se destacan los patrones minimalistas y esenciales, pero que a la vez, en su desarrollo y posibilidades

combinatorias o sujetas a procesos de transformación formal, plantean la necesidad de un lenguaje formal autónomo. Será este *modus operandi* que impulsa la computación e incita una confluencia hacia otras disciplinas como la lingüística, la lógica, la cibernética, o los principios de retroalimentación y metalenguajes (Dietrich, 1985). Se completará un escenario nuevo, con la vinculación a la naciente animación digital y los efectos especiales del cine (Withney, 1961, 1971; Youngblood, 1970), produciéndose una suerte de neovanguardia plástica conocida como *Arte Digital*. En muchos casos, serán los propios artistas, o incluso, programadores compu-

tacionales, los que desarrollarán lenguajes computacionales gráficos —por ejemplo, Dol-Systems (Prusinkiewicz et al., 2013) ASCII, ALGOL o LOGO— y nuevas aplicaciones, como el uso de los plóteres de impresión, o la modelación 3D como los medios de este nuevo tipo de arte (Dietrich, 1985; Lambert, 2003; Jonhson, 1982; Stentiford, 1982) extendiéndose al arte cinético, la modelación de paisajes digitales, el ruido y azar informático, la modelación de la deformación (Rozin, 2010; Weeghel, 2022), o la interface virtual de experiencias cada vez más realistas o inmersivas (Ursprung & Eliasson, 2008) (figura 4).

**Figura 4.** Arte digital. Procesos creativos con base en operaciones de uso de capas, transparencia, descomposición, saturación, fragmentación y depuración morfológica



Fuente: elaboración propia (2023).

## METODOLOGÍA

### Asimilación *arquitectural*. Experiencias de modelación docente

Como se aprecia, el tratamiento de la forma y el espacio ha sufrido profundas y continuas transformaciones, en las cuales la forma y el espacio se ven como polos de un mismo proceso de modelación y, por ende, como elementos indisociables, pero, a la vez, se entienden algorítmicamente, como operaciones de forma y espacio. Además, estas operaciones, siguiendo aún las nociones de la arquitectura moderna, deben buscar cierta pureza de formas o, más bien, depuración de las mismas, según su principio generador y uso o asimilación arquitectónica heredadas de la modernidad. Más aún, podemos afirmar que el problema de las formas, desde inicios del siglo XX, ha quedado marcado por diversas maneras de entender este mismo y único principio, cual metalenguaje de las formas, como los juegos del modulator, el brutalismo, las combinatorias y crecimientos modulares, las series dinámicas, la arquitectura orgánica, la llamada arquitectura deconstructivista y posmoderna, las intervenciones acupuntu-

rales, el uso de envolventes y cubiertas morfológicas, el pliegue, el quiebre, juegos de encaje y desencaje morfológico, entre otras apuestas y ámbitos exploratorios.

En todos estos casos, y progresivamente: “El arquitecto, sigue de cerca este proceso, asimila los problemas planteados y se moviliza por emprender un espacio de reflexión que trascienda la práctica instrumental” (Guerra, 2017, p. 44) poniendo en juego, una noción de arquitectura:

[...] como lenguaje en su búsqueda de caminos alternativos con el objetivo de profundizar en la especificidad de la crítica en el propio campo [...] entendiendo el proyecto como un espacio-problema, en un momento creativo, dentro de una producción material, racionalista y determinada. (Guerra, 2017, p. 44)

Lo anterior puede estructurarse históricamente como un continuo (no sin desfases) que abarcan diversas operaciones predominantes exploradas sucesivamente desde la modernidad hasta una, aún difusa, “poscontemporaneidad” (tabla 1).

**Tabla 1.** Corrientes formales desde la modernidad hasta la fecha

| EVOLUCIÓN PROCEDIMENTAL DEL PARADIGMA MINIMALISTA |                                |                                       |                          |  |  |                      |
|---|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--|--|----------------------|
| MODERNIDAD  | POSTMODERNIDAD                 |                                       | HIPERMODERNIDAD          | CONTEMPORANEIDAD                                       |  |                      |
| Funcionalismo<br>Estructuralismo                  | Lenguaje de patrones           | Lenguajes transformacionales          | Deconstructivismo        | Interacciones y Cambios de escala "scaling properties" | <i>Landscape</i>                               | Computación cuántica |
| Constructivismos                                  | Modularidad                    |                                       | Diagramas/layers (capas) |  | Sistema de funciones iteradas                  |                      |
|   | Deformaciones (Expresionismos) |                                       | Metalenguajes            | Amplificación de señales                               | Lenguaje de fracturas, fractales fragmentación |                      |
|   | Azar                           |                                       |                          |  | Hibridaciones                                  |                      |
|   |                                | Cibernética/autorregulación sistémica |                          | Interacción y redes                                    |  |                      |
|   | Formas puras                   |                                       |                          |  | Depuraciones de lo amorfo                      |                      |
| <b>MINIMALISMO GENERATIVO</b>                     |                                |                                       |                          |  |  |                      |

**Fuente:** elaboración propia (2023).

Se puede decir que estos nuevos campos de exploración de la forma aumentan, expanden, propagan, depuran y amplifican los sentidos; confluyen experimentación operativa y aprehensión holista, por un lado (usualmente expresada en metaoperaciones deformantes), y un

minimalismo generativo o transformacional, por el otro, que permiten plantear un campo de exploración plástica preproyectual para la arquitectura.

## RESULTADOS

Algunas de estas exploraciones morfológicas se destacan como áreas de trabajo para la arquitectura; se describen a continuación.

### El espacio en movimiento y constante transformación

Las morfologías complejas brindan la posibilidad de organizar el espacio como un orden

cambiante que no se reduce a las posibilidades de la geometría en el juego de proporciones o fachadas o, incluso, juegos de formas visuales. A principios del siglo XX, corrientes como el futurismo, el cubismo dinámico o los trabajos de Duchamp aparecen como un tema explorado artísticamente. El trabajo del escultor vasco, Oteiza, por ejemplo, postula el vacío escultórico, entendido desde la intervención constructiva de la forma que lo contiene, y, literalmente, le da forma al vacío o espacio. Desde la arquitectura, por cierto, se toma progresiva conciencia, una vez eliminado el ornamento como foco del diseño y proceso creativo, de que el sujeto no habita en los muros o fachadas, sino en sus intersticios y espacios como una continuidad experiencial. Más aún, arquitectos como Le Corbusier le dan una profunda importancia a las nociones de *promenade* o recorrido, como parte del diseño espacial. En otras palabras, la arquitectura, algo estático, debe hacerse cargo del movimiento de las personas en una ciudad moderna, donde predomina el intercambio de personas y mercancías.

### Multiplicación y variedad de simetrías y centros (centroides) locales en volúmenes y formas fragmentadas

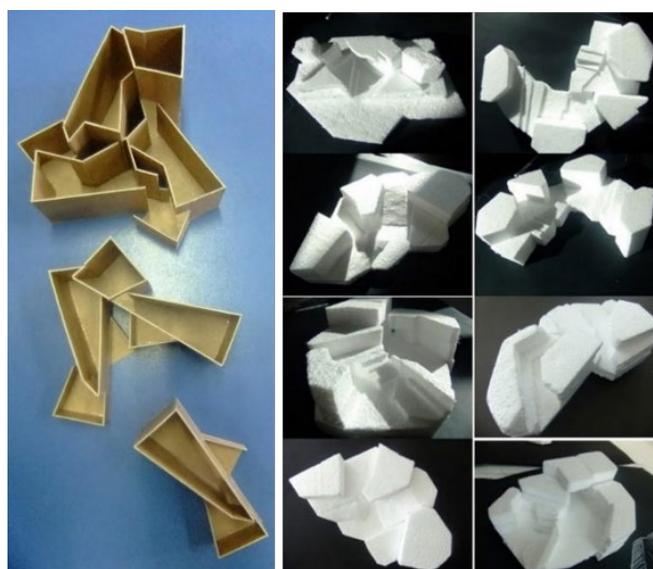
Estas nuevas morfologías complejas, usualmente irregulares, resultan ricas en intersticios y relaciones entre las partes y el todo, que constantemente involucran y transitan entre simetrías y asimetrías locales, en la medida en que articulan una unidad y coherencia globales. Esto admite diversas formas cambiantes o en interacción. En particular, se destacan las simetrías locales que se generan en morfologías orgánicas e irregulares, donde los centros, pese a su diversidad y magnitud, tienden a formar

y fortalecer la unidad del conjunto. Así, las formas irregulares y los espacios que generan crean una variedad de centros y órdenes que se superponen e interactúan con estos en estrecha relación, coexistencia, alternancia e influencia (Alexander, 2005a y 2005b).

### Transformaciones, como crecimientos modulares

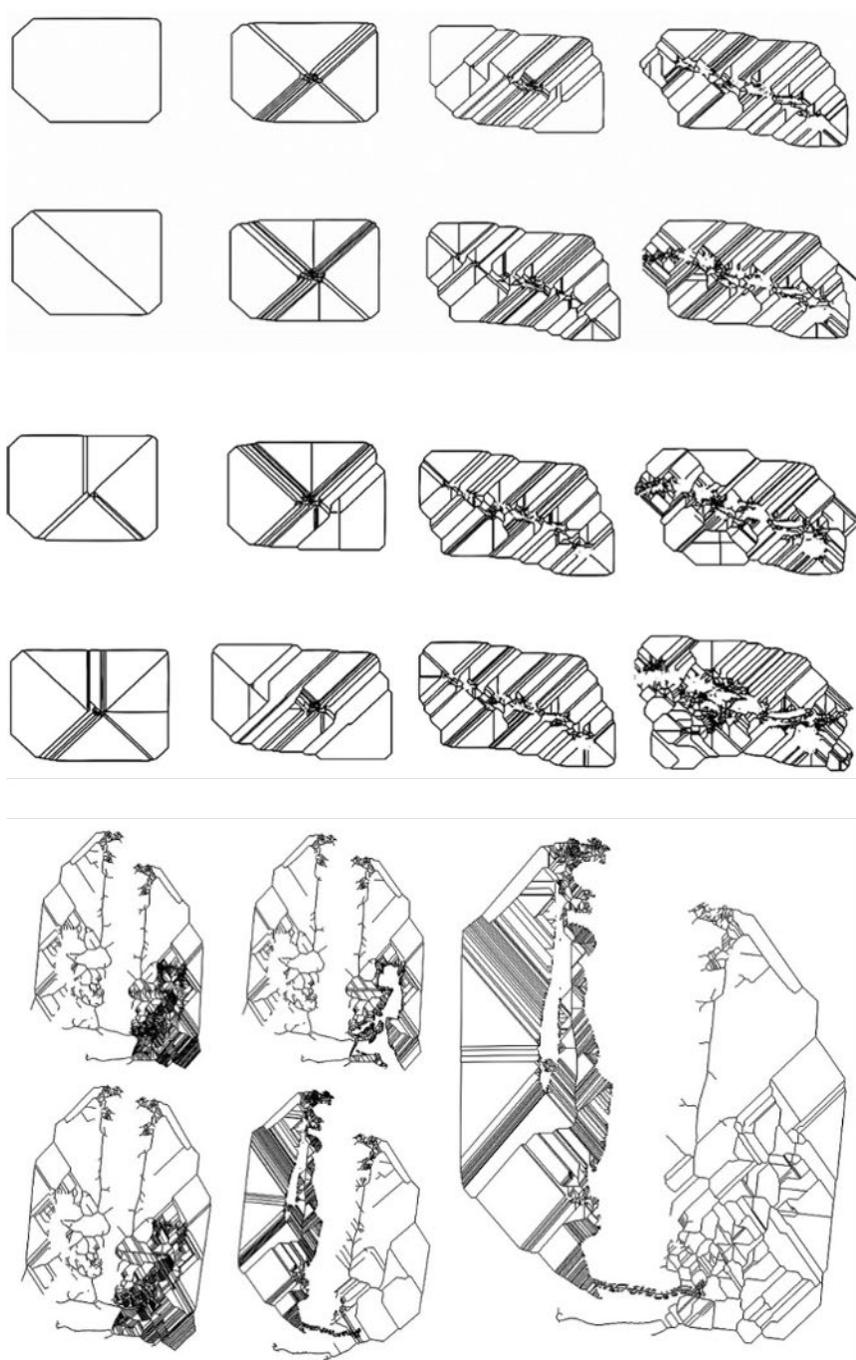
Las geometrías de las formas irregulares, al amparo del estructuralismo modernista y desarrollista, sufren un decisivo empuje desde los años sesenta del siglo pasado en destacados autores como Christopher Alexander o Nikos Salingaros, o en los trabajos de arquitectos del *Team X* (León Krier, Aldo Van Eyk, Piet Blom), quienes ven en el diseño arquitectural algo que opera a escala y en continua transformación y crecimiento, que debe adaptarse a tramas y tejidos urbanos existentes, pero desde una mirada moderna y no de mimesis. Para esto, se retoman las nociones de módulo y panel desarrolladas por la Bauhaus para generar procesos constructivos basados en crecimientos modulares o serialidades cambiantes. Esto se impulsó, además, si consideramos los problemas constructivos derivados de las formas industrializadas sometidas a normas de composición y estandarización del módulo, que dejaba libertad, justamente en el crecimiento y adaptación al tejido o trama, permitiendo un campo de asimilación de matemáticas como el estudio de sistemas iterados asociadas al crecimiento modular, como los intersticios (*in-betweens*) en viviendas multifamiliares o colectivas del *Team X*, que les permitió encauzar una exploración formal-constructiva hacia nuevas aproximaciones al estudio del habitar humano (figura 5 y figura 6).

**Figura 5.** Modelos volumétrico-espaciales de alumnos de la carrera de arquitectura



**Fuente:** Universidad de Valparaíso.

**Figura 6.** Trama generada en software LSVG (sistemas iterados)



**Fuente:** elaboración propia (2023).

**a) Morfológicas cambiantes e interconectadas.** El estudio de patrones. La existencia de las dinámicas transformacionales, que cambian según la escala de observación, en conjunto con la modelación basada en deformación y/o amplificación de rasgos a escala, orientan y dirigen al observador a percibir configuraciones particulares que operan en las interfaces o transiciones entre lo micro y lo macro, entre lo externo y lo interno, según diversos momentos procesuales de una transformación (diacrónico y sincrónico). Lo anterior, gatilla un campo de estudio de los modos y patrones de interacción, por fugaces que sean, que presentan un marco potencial morfológico autónomo de lo interactivo e hibri-

dacional. Las llamadas estructuraciones híbridas permiten un enfoque marco para este problema al que lleva el estudio de patrones. Esto permite y ofrece una posibilidad de comprender y operar la estrecha relación entre el todo y la parte que se vierte en lo continuo-discontinuo, pero también de su porosidad, mutabilidad y transitoriedad, a pesar de su permanencia y continuidad en el plano metalingüístico y su evolución dinámica-procesual.

**b) Deformaciones deconstructivistas.** En el escenario anterior, una arquitectura pensada desde la forma tiende a quedar supeditada al uso creativo de los módulos en función del tejido urbano preexistente.

Esto deja un campo de exploraciones invisibilizadas, al margen o restringidas a ser meras formas escultóricas radicales, o como expresiones propias de la asimilación cercana a la experiencia creativa formal.

A fines de los años setenta se produce una verdadera explosión del estudio de nuevas formas, pensadas en el contexto del creciente y casi imparable proceso de descomposición de la trama urbana en las ciudades posmodernas. Ante esto, aparecen dos escenarios. Primero, el desarrollo de grandes obras, de interés escultórico, como polos simbólico-estéticos de atracción de un lugar. Segundo, se desarrolla la concepción de intervenciones acupunturales, que se asimilen de un modo mimético-dialógico desde una mirada moderna (y, por ende, propia de las formas puras) hacia las ciudades y tramas vernaculares preexistentes. En ambos casos, las formas puras derivan en formas deformadas, a fin de ser asimiladas a la ciudad. Predominan edificios quebrados, o cuboides, con diversas caras o fachadas, y otras transformaciones formales para adaptarse a un lugar y entorno. Desde el punto de vista estético, el desarrollo de nuevas morfologías se ha retroalimentado mutuamente entre arte, arquitectura y conocimiento creativo y entorno cultural.

**c) Envoltentes en interacción.** Lo anterior, basado en operaciones deformantes, deriva en que deban pensarse envoltentes desde una concepción dinámica del movimiento e interacción, como parte de un espacio envolvente variable, de gran riqueza y versatilidad. En este punto se destaca una comprensión y experimentación de cómo se conjugan lo interior y lo exterior en interacción y alternancia. En este punto se proponen nuevas formas de comprender y explorar las paradojas visoespaciales o parte del arte cinético.

**d) Pliegues morfológicos y estructuras n-dimensionales.** Destaca las posibilidades de articular lugares e intersticios en los diversos juegos y probabilidades que esta operación morfológica ofrece para articular continuidad y discontinuidad morfológica. Esto permite pensar creativamente en función de la proyección en planos de representación de espacios n-dimensionales. Particularmente, interesan el estudio del tránsito y la huella morfológica dejada en las transformaciones a escala y las interacciones humanas en la forma, como la íntima relación entre lo micro y lo macro, según la escala de observación y proyec-

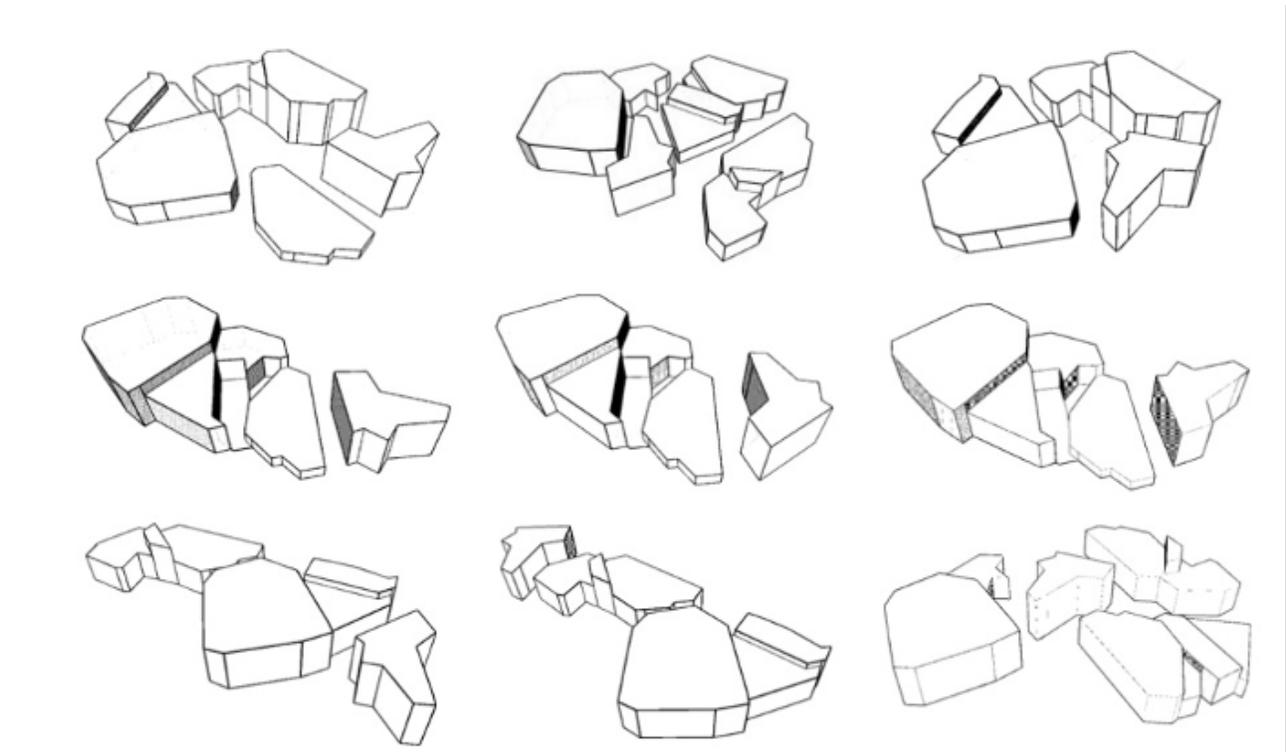
ción, por lo que similares interacciones pueden generar morfologías similares, pero también configuraciones morfológicas pueden tener interacciones que la sustentan y generan, o por el contrario, diversas morfologías pueden albergar a la base, similares interacciones generativas a la base. Los trabajos de Whitney, Rene Thom y Zeeman aparecen como claros referentes teóricos en el plano de las matemáticas de estos desarrollos.

**e) Modelación de fracturas y formación de texturas, transiciones, gradientes y porosidad de límites en la generación de un continuo entre la parte y el paisaje como un todo.** El desarrollo de los fractales y los sistemas iterados abrió un campo de exploración relativo a la generación de formas con base en mecanismos de repetición y/o variación de patrones.

No obstante, en un primer momento, predominó el estudio de los patrones de crecimiento, que suponía una agregación sucesiva de unidades modulares, logrando una repetición a escala de la forma inicial. Sin embargo, desde fines del siglo XX predomina el interés no por la similitud de escala, sino por la diferencia escalar que, a pesar de eso, mantiene una unidad y metaestabilidad generativa.

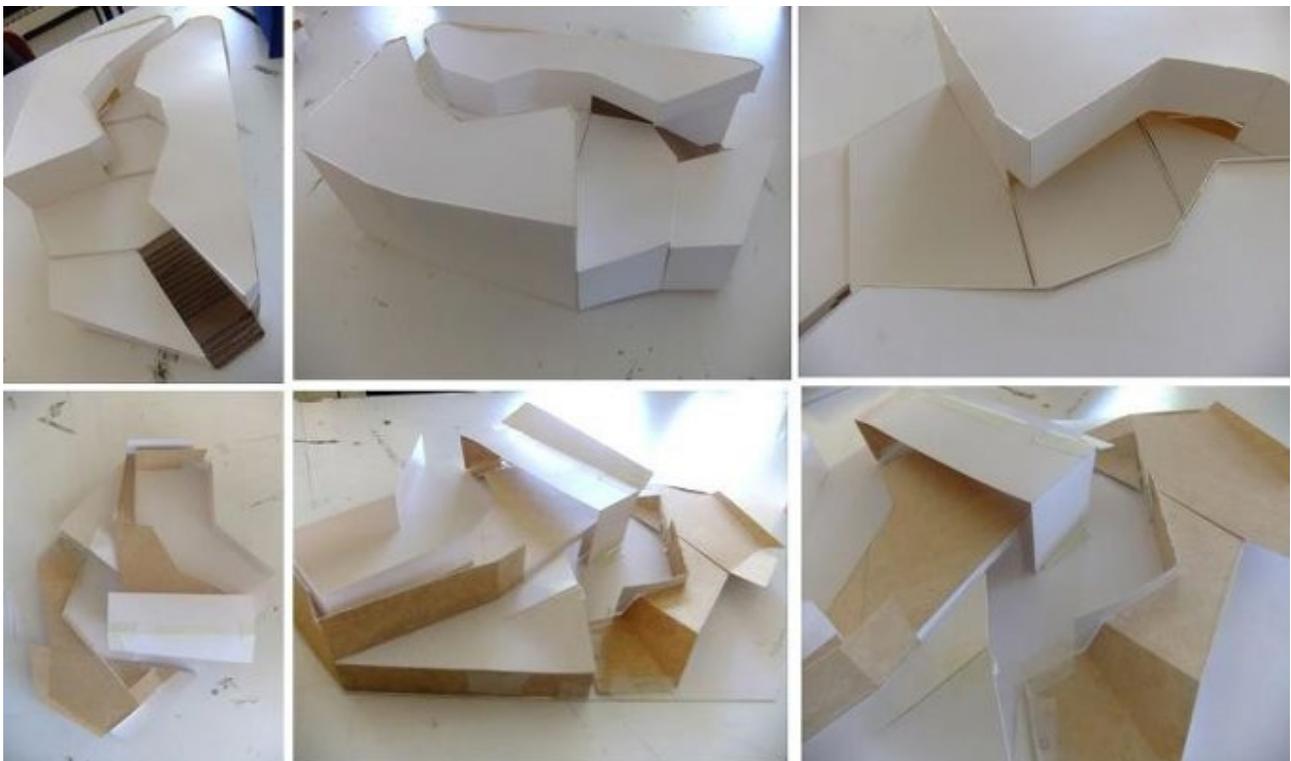
**f) Cartografías complejas.** Estas nuevas exploraciones le permiten al modelador abrirse a una suerte de pensamiento cartográfico, dinámico, que se organiza en una red de relaciones que deben ser representadas respetando esa interrelación dinámica entre campos y variadas escalas involucradas. La capacidad de representar estas interacciones dinámicas en un mapa permite comprender, en palabras de Bateson (1991), que “el mapa no es el territorio” y explorar y dimensionar operativamente las posibilidades que abre. Esto, en el ámbito de las ciencias coincide con el desarrollo de los nuevos modelos tecnológicos de representación, que, desde una noción de diseño digital, superan y se complementan con la noción de toma de decisiones con base en un árbol de decisiones, con el diseño diagramático, que permite trabajar por capas y etapas la complejidad informacional desde el diseño creativo. Esto, sumado a la noción de variación y transformación a escala, deriva pronto en la noción de sistemas SIG y georreferenciación, base de las modernas cartografías. El arte, por cierto, también explora estas nuevas conexiones y posibilidades creativas (figura 7, figura 8, figura 9 y figura 10)

**Figura 7.** Variabilidad de agrupaciones modulares.



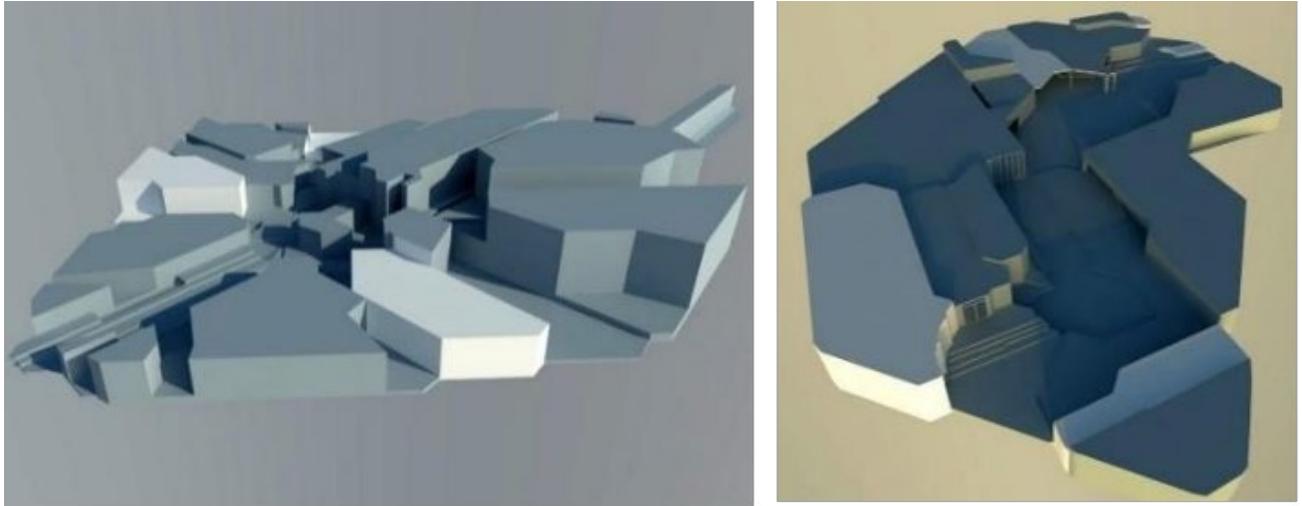
**Fuente:** elaboración propia (2023).

**Figura 8.** Modelaciones volumétrico-espaciales prearquitecturales de alumnos de la carrera de arquitectura



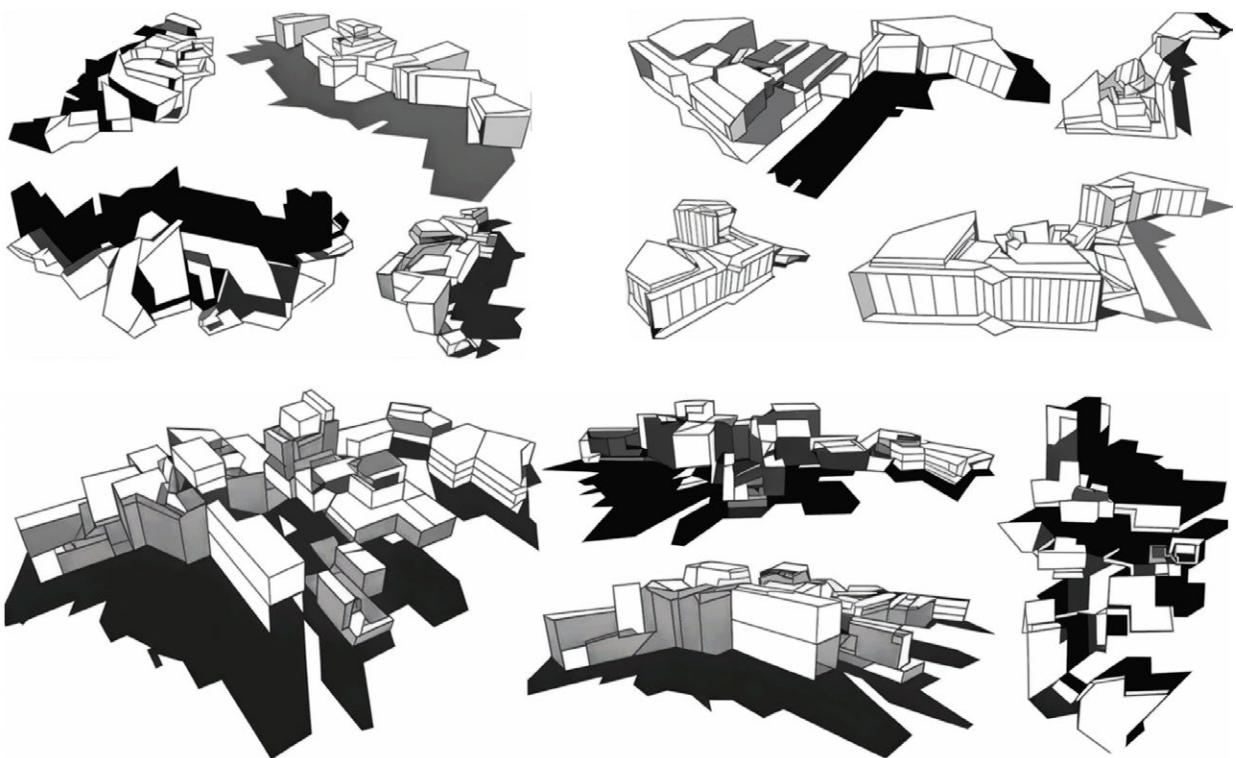
**Fuente:** elaboración propia (2020).

**Figura 9.** Modelaciones volumétrico-espaciales prearquitecturales de alumnos de la carrera de arquitectura



**Fuente:** elaboración propia (2023).

**Figura 10.** Modelaciones volumétrico-espaciales prearquitecturales



**Fuente:** elaboración propia (2023).

## DISCUSIÓN

El principio de las formas minimalistas o puras, ajustado a los cánones de la arquitectura moderna, lejos de haber sido superado, ha planteado un desarrollo, no sin crisis, mostrando un vigor y vigencia que no siempre han sido destacados desde la teoría. No obstante, podemos afirmar que ha sufrido grandes cambios e influencias en su desarrollo.

Actualmente, opera más bien como un principio depurador regulatorio de diversas exploraciones morfológicas, determinadas por la creciente autonomía procedimental en la que se desenvuelven las disciplinas, en zonas limítrofes e interdisciplinarias. Esto ha permitido diálogos con el arte, la teoría, la revisión y exploración morfológica y geométrica, etc.

En el caso de la arquitectura, esto ha tenido un impacto avasallador y constante, que no ha dejado, incluso, mucho tiempo para decantar el conocimiento generado o explorado, que abarca desde los ensambles y luego, crecimientos modulares, los movimientos organicistas, deconstructivistas, que han apelado al uso de patrones, diagramas, pliegues o envolventes (Sola-Morales, 2003) hasta las intervenciones acupunturales de variada índole y contexto.

Hoy en día, podemos afirmar que estas verdaderas oleadas morfológicas han sido asimiladas

desde este principio metarregulador de las formas puras, aún vigente desde la modernidad, y que constituyen un verdadero paradigma en desarrollo. En este marco ha sido asimilado y trabajado en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Valparaíso, por el autor (Cañete, 2016, 2017, 2018a, 2018b), en el campo que se ha denominado genéricamente de *modelación prearquitectural*, buscando sistematizar experiencias que con diversos alcances y medida logran integrar diversos niveles de complejidad proyectual, mediante el uso creativo de las exploraciones morfológicas que fomenta.

## CONCLUSIONES

El presente artículo ha mostrado parte del trabajo del autor vinculado al desarrollo de modelos de trabajo prearquitectural, en su experiencia docente universitaria, con alumnos de arquitectura en la Universidad de Valparaíso, Chile, derivados de los principios de complejidad morfológica, en relación con el problema de las formas puras o purismo, definido en la tradición moderna en arquitectura.

Esto ha llevado el plantearse cómo entender y asimilar el problema de las transformaciones a escalas y otros núcleos de complejidad morfológica y estética, desde el ámbito formativo disciplinar. Destacan en este ámbito las posibilidades que ofrece el trabajo de los crecimientos y fragmentaciones modulares y sus posibilidades para abordar el problema de las vinculaciones de la forma arquitectónica al entorno.

## REFERENCIAS

- Albers, J. (2010). *Selected works*. Ed. Taschen.
- Alexander, C. (2005a). *Nature of order*. Vol. 2. Ed. Center for Environmental Structure.
- Alexander, C. (2005b). *Nature of order*. Vol. 3. Ed. Center for Environmental Structure.
- Bateson, G. (1991). *Pasos hacia la ecología de la mente*. Ed. Lohlé-Lumen.
- Burton, J. I., Mladenoff, D. J., Clayton, M. K., & Forrester, J. A. (2011). The roles of environmental filtering and colonization in the fine-scale spatial patterning of ground-layer plant communities in north temperate deciduous forests. *Journal of Ecology*, 99, 764-776. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2011.01807.x>
- Cañete Islas, O. (2017). De tramas, fragmentos y paisajes digitales: morfogénesis y prototipos prearquitecturales. Revisión de una propuesta en progreso. *Academia XXII*, 8(15), 37-69. <https://doi.org/10.22201/fa.2007252Xp.2017.15.60415>
- Cañete Islas, O. (2018a). El trazo sutil amplificado: dibujos de observación en Taller de Arquitectura. *Academia XXII*, 9(17), 130-151. <https://doi.org/10.22201/fa.2007252Xp.2018.17.64883>
- Cañete Islas, O. E. (2018b). Ensamble organum: Experiencia docente en Arquitectura basada en modelaciones morfológicas según criterios algorítmico-procedimentales. *Revista Científica*, 3(9), 174-189. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2018.3.9.174-189> [http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista\\_Scientific/article/view/234/202](http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/article/view/234/202)
- Cañete-Islas, O. (2016). Exploraciones morfológicas en texturas modulares: aproximaciones desde el objet trouvé al diseño paramétrico. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 18(1), 76-97. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2016.18.1.8>
- Cañete, O. (2014). *Arquitectura, complejidad y morfogénesis*. Ed. Universidad de Valparaíso.
- Cañete, O. (2020). *Fractales. Hermenéutica de las formas puras*. Ed. Universidad de Valparaíso.
- Cañete, O. (editor) & Baamondes, C. (2011). *Computación y arte visual gráfico. Proyecto FONDART de artes visuales*. Ed. Garin.
- Copper G., & Pocock-Williams, L. (1990). A selected chronology of computer art: exhibitions, publications, and technology. *Art Journal*, 49(3), 283-297. <https://doi.org/10.1080/00043249.1990.10792704>
- De Sola-Morales, I. (2003). *Inscripciones*. Ed. GG.

- Deleuze, G. (2000). *El Pliegue*. Ed. Gedisa.
- Dietrich, F. (1985). Visual Intelligence: The first decade of computer art (1965-1975). *IEEE Computer Graphics and Applications*, 5, 33-45. [http://www.megmitchell.com/course\\_docs/comp\\_design-Fall09Docs/readings/dietrich-leonardo.pdf](http://www.megmitchell.com/course_docs/comp_design-Fall09Docs/readings/dietrich-leonardo.pdf)
- Guerra, S. (2017). Arquitectura conceptual. Conexiones entre el giro analítico del arte reciente y la investigación proyectual. *Revista Pensum*, 3, 40-52. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/pensu/article/download/19017/18934/53200>
- Jonhson, N. (1982). Recent Works. *PAGE*, 49, 3-11. <http://www.bbk.ac.uk/hosted/cache/archive/PAGE/PAGE49%20Autumn%201981.pdf>
- Kuhn, T. (1999). *La estructura de las revoluciones científicas*. Ed. FCE
- Lambert, N. (2003). *A critical examination of computer art: its history and application*. University of Oxford.
- Letelier, S., & Brugnolli, F. (1992). *Visualidad y neguentropia: un enfoque al equilibrio visual*. Ed. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Chile.
- Lindenmayer, A., & Przemyslaw, P. (2000). *The algorithmic beauty of plants*. Ed. Springer-Verlag.
- Mandelbrot, B. (2000). *Los objetos fractales: forma, azar y dimensión*. Ed. Tusquets.
- Morin, E. (2008). *Introducción al pensamiento complejo*. Ed. Gedisa.
- Prigogine, I. (1999). *Entre el tiempo y la eternidad*. Ed. Siglo XXI.
- Prusinkiewicz, P., Lindenmayer, A., Fracchia, F., Hanan, J., & Krithivasan, K. (2013). *Lindenmayer systems, fractals, and plants*. Springer New York.
- Rozin, D. (2010). *An overview of artworks of Daniel Rozin*. Ed. Bitforms Gallery.
- Sola-Morales, I. (2003). *Diferencias: topografía de la arquitectura contemporánea*. Ed. GG.
- Stentiford, F. M. (1982). Creative Computers. *PAGE*, 49, 12-14. <http://www.bbk.ac.uk/hosted/cache/archive/PAGE/PAGE49%20Autumn%201981.pdf>
- Ursprung, P., & Eliasson, O. (2008). Studio Olafur Eliasson. *An Encyclopedia*. Ed. Taschen.
- Vanoli, F. (2017). El pensamiento complejo y lo transdisciplinar en el abordaje del hábitat. Reflexiones en torno a la experiencia del seminario de gestión territorial y hábitat. *Revista Pensum*, 3, 141-146. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/pensu/article/view/19033/18949>
- Varela, F. (1995). Conocer: Las ciencias cognitivas: tendencias y perspectivas. *Cartografía de las ideas actuales*. Ed. Gedisa.
- Wagensberg, J. (2005). *Procesos al azar*. Ed. Tusquets.
- Wagensberg, J. (2006). *La revolución de las formas*. Ed. Tusquets.
- Weeghel, W. van (2022). *Works. Willem van Weeghel kinetic objects* [exposición]. <http://www.willemvanweeghel.nl/en/>
- Withney, J. [crystalsculpture2] (1961). *John Whitney "Catalog"*. [Video]. YouTube. [http://www.youtube.com/watch?v=TbV7loKp69s&feature=player\\_embedded](http://www.youtube.com/watch?v=TbV7loKp69s&feature=player_embedded)
- Withney, J. [jordotech] (1971). *John Whitney-Matrix (1971)*. [Video]. YouTube. <http://www.youtube.com/watch?v=-fgxNQe-RV0&feature=related>
- Youngblood, G. (1970). *Expanded Cinema*. Ed. P. Dutton & Co. [http://www.vasulka.org/Kitchen/PDF\\_ExpandedCinema/ExpandedCinema.html](http://www.vasulka.org/Kitchen/PDF_ExpandedCinema/ExpandedCinema.html)
- Zaera P. (2002). Notas de un levantamiento topográfico. *El Croquis*, 79, 32-51.
- Zubiri, X. (1990). *Inteligencia sentiente*. Ed. Alianza.



# Análise entre percepção de risco de desastres naturais com a satisfação do usuário no contexto residencial

## Analysis of Natural Disaster Risk Perception and User Satisfaction in Residential Context

Recibido: octubre 7 / 2022 • Evaluado: febrero 6 / 2023 • Aceptado: febrero 29 / 2024

### CÓMO CITAR

Del Roio, I. G., Lorenz-Fontolan, B., Ramos-Esperidião, A., & Iarozinski-Neto, A. (2024). Análise entre percepção de risco de desastres naturais com a satisfação do usuário no contexto residencial. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(2), 109-122. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.4862>

Iolanda Geronimo Del-Roio\*  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.  
Curitiba (Brasil)

Aline Ramos-Esperidião\*\*\*  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.  
Curitiba (Brasil)

Beatrice Lorenz-Fontolan\*\*  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.  
Curitiba (Brasil)

Alfredo Iarozinski-Neto\*\*\*\*  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.  
Curitiba (Brasil)

### RESUMO

As atividades humanas, combinadas à ausência de planejamento urbano, degradam a qualidade de vida e o senso de segurança das pessoas. Contudo, quais aspectos específicos do ambiente urbano estão ligados à percepção de risco de desastres naturais? Por meio da abordagem do método Survey, o estudo coletou informações de uma amostra de 279 proprietários, selecionada de forma não probabilística por conveniência. Foram examinadas as correlações entre as percepções subjetivas de risco de desastres naturais e a satisfação com a moradia e com o entorno. Além disso, o artigo investigou como o perfil socioeconômico da amostra se relaciona com a percepção de risco de desastres naturais. Os resultados indicaram que a preocupação com eventos ambientais adversos influencia negativamente a satisfação. No contexto habitacional, características como os materiais da fachada, a iluminação e a segurança mostraram uma relação inversa com a percepção de risco. Da mesma forma, elementos do ambiente urbano, como abastecimento de água e saneamento, acesso à internet e à telefonia, e limpeza das vias públicas e das calçadas revelaram uma correlação negativa. Portanto, a qualidade da infraestrutura nos bairros interfere na maneira como os residentes percebem sua proteção contra possíveis desastres naturais no ambiente urbano.

### Palavras-chave:

percepção do indivíduo; perfil socioeconômico; planejamento sustentável; satisfação; sustentabilidade urbana

## ABSTRACT

Human activities, combined with lack of urban planning, degrade the quality of life and sense of security among individuals. However, what specific aspects of the urban environment are related to the perception of natural disaster risk? Using the Survey method, the study collected information from a sample of 279 homeowners, selected non-probabilistically for convenience. Correlations were examined between subjective perceptions of natural disaster risk and satisfaction with housing and the environment. Additionally, the study investigated the relationship between the sample's socioeconomic profile and perception of natural disaster risk. The results indicated that concern about adverse environmental events negatively influences satisfaction. In the housing context, characteristics such as façade materials, lighting and safety showed an inverse relationship with risk perception. Similarly, urban environment elements such as water supply and sanitation, access to Internet and telephone and cleanliness of public streets and sidewalks showed a negative correlation. Therefore, the quality of neighborhood infrastructure influences how residents perceive their protection against potential natural disasters in the urban environment.

### Keywords:

individual perception; socioeconomic profile; sustainable planning; satisfaction; urban sustainability

- ✦ Engenheira civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba (Brasil)  
Mestranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba (Brasil)  
◆ [https://scholar.google.com.br/citations?view\\_op=list\\_works&hl=pt-BR&user=MG1Ya28AAAAJ](https://scholar.google.com.br/citations?view_op=list_works&hl=pt-BR&user=MG1Ya28AAAAJ)  
ID <https://orcid.org/0000-0002-1443-2790>  
✉ [iroio@alunos.utfpr.edu.br](mailto:iroio@alunos.utfpr.edu.br)
- ✦✦ Engenheira civil, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Brasil)  
Doutoranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba (Brasil)  
◆ <https://scholar.google.com.br/citations?user=ely1Bg8AAAAJ&hl=pt-BR>  
ID <https://orcid.org/0000-0002-1245-9009>  
✉ [fontolanbeatrice@gmail.com](mailto:fontolanbeatrice@gmail.com)
- ✦✦✦ Engenheira civil, Universidade Estadual de Ponta Grossa (Brasil)  
Doutoranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba (Brasil)  
◆ <https://scholar.google.com.br/citations?hl=pt-BR&user=rEfUygoAAAAJ>  
ID <https://orcid.org/0000-0002-5354-6918>  
✉ [aresperidiao@gmail.com](mailto:aresperidiao@gmail.com)
- ✦✦✦✦ Engenheiro de produção, Universidade Federal do Paraná (Brasil)  
Doutor, Universidade Paul Cézanne (Université d'Aix-Marseille III) (Francia)  
Professor titular, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba (Brasil)  
◆ <https://scholar.google.com.br/citations?user=umSNQLEAAAAJ&hl=pt-BR>  
ID <https://orcid.org/0000-0002-3160-5251>  
✉ [iarozinski@professores.utfpr.edu.br](mailto:iarozinski@professores.utfpr.edu.br)

## INTRODUÇÃO

Este artigo originou-se dos resultados da investigação idealizada no mestrado em Engenharia Civil de Esperidião (2021), pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Na dissertação, o estudo abordou os fatores do meio urbano que interferem na satisfação do usuário no contexto residencial. A hipótese da presente pesquisa se baseia no questionamento de que a satisfação com a habitação e a satisfação com o entorno do bairro são inversamente proporcionais à percepção de riscos de desastres naturais, contendo relações significativas com as variáveis sociodemográficas.

Partindo da premissa que as atividades antrópicas impactam diretamente no bem-estar humano e no meio ambiente (Agopyan et al., 2011), a falta de planejamento urbano retroalimenta tal sistema destrutivo. Ao interferir na satisfação dos indivíduos tanto no contexto da habitação quanto do bairro, a ausência de políticas-ação efetivas acarreta a diminuição da sensação de segurança para com o entorno (Fontolan et al., 2022). Isso decorre porque, para a maioria das pessoas, a moradia é lugar de descanso, segurança, abrigo e o maior bem de consumo de uma vida inteira (Aigbvboa & Thwala, 2018).

A Agenda 21, originada da Reunião da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento — Rio 92, viabiliza, através dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), a redução das disparidades e dos problemas sociais que afetam a vivência nas áreas urbanas. Elevadas temperaturas, catástrofes naturais, contaminação do ar e dos corpos d'água, escassez de infraestrutura básica, representam alguns dos principais desafios que a Organização das Nações Unidas procura enfrentar. Essas metas estão diretamente alinhadas com o planejamento das cidades, influenciando assim na sensação de segurança contra fenômenos naturais. Em resposta, surge uma nova abordagem para o desenvolvimento urbano centrada na sustentabilidade.

Givisiez e Oliveira (2017) caracterizam os desastres naturais como terremotos, tempestades, secas, epidemias, atividades vulcânicas, inundações, infestações de insetos, incêndios, temperaturas extremas e deslizamentos de terra. Cada tipo de desastre acarreta consequências específicas, dependendo de um conjunto particular de condições ambientais e populacionais. Os desastres naturais que têm ocorrido com maior frequência, segundo Moura e Silva (2008), não são, na literalidade, naturais, mas resultados de ações antrópicas:

A presença de fatores ambientais faz parte da vida urbana, porém os danos ambientais resultam de causas físicas (geológicas, climáticas) e da ação humana. Os impactos dos fenômenos naturais na

sociedade tornam-se problemáticos pelo modo de ocupação do solo, pela qualidade construtiva e pela presença ou ausência de infraestrutura adequada. (p. 59)

Enquanto a qualidade de vida abrange diversos elementos subjetivos, como níveis de satisfação e percepções individuais, a qualidade ambiental urbana considera uma ampla gama de parâmetros inter-relacionados associados aos ambientes doméstico, público, físico, social, econômico e residencial (Joseph et al., 2014). Esses fatores têm a tendência de impactar a “viabilidade” percebida das cidades, ou seja, a qualidade da interação entre pessoas e ambiente. Portanto, a “habitabilidade” assume um papel crucial na avaliação da qualidade urbana, buscando quantificar o quão bem o ambiente construído e os serviços disponíveis em uma cidade atendem às necessidades e expectativas dos residentes (Ambrey & Fleming, 2014).

Nesse contexto, observa-se uma “relativização das percepções do risco”, uma vez que as experiências urbanas variam de acordo com as classes sociais e com as opções ideológicas dos diferentes grupos (Cardoso, 2006, p. 45). Situações de vulnerabilidade acentuam a percepção de risco e são mais prejudicadas. A combinação de pobreza, urbanização e meio ambiente é denominada “vulnerabilidade socioambiental”. Embora o risco possa ser o mesmo, o impacto varia de acordo com a desigualdade social, expondo certas áreas e populações a consequências diárias decorrentes do modelo insustentável de ocupação, do uso do espaço e da exploração dos recursos naturais. Em vez de apenas mitigar de maneira paliativa, é responsabilidade do Estado assegurar habitações dignas para todos os seres humanos, que sejam seguras e acessíveis (Moura & Silva, 2008; Ribeiro et al., 2012). Ademais, Reani et al. (2020) acrescentam que:

A questão de desastres está também relacionada ao processo de urbanização acelerado, falta de fiscalização pelo poder público, déficit habitacional e carência de políticas sociais que atendam pessoas com recursos insuficientes para a construção de moradias seguras e/ou fora de áreas de risco. (p. 1)

A avaliação dos elementos do ambiente físico e sua evolução são aspectos fundamentais no processo de urbanização (Parizzi, 2014). Entre as diversas alternativas para lidar com os problemas socioambientais urbanos, Mendonça (2004) destaca que a prioridade deve ser dada à implementação de uma gestão urbana com participação social, fortalecendo o papel do setor público na condução do processo, promovendo a cidadania e a democracia. Nesse sentido, a comunidade deve ser vista como um agente ativo, detentora das informações necessárias para tomadas de decisão.

A influência das soluções arquitetônicas no comportamento das pessoas deve ser considerada durante o projeto. É crucial incorporar a percepção das comunidades sobre o ambiente em que vivem e estabelecer um controle social eficaz no planejamento e gestão da segurança (Salgado, 2010).

O estudo de Canil et al. (2010) enfatiza a importância de regiões bem estruturadas e planejadas como medida de prevenção e controle de riscos. Os autores ressaltam a necessidade de políticas habitacionais em consonância com o Plano Municipal de Redução de Riscos, além da participação das comunidades nas tomadas de decisão e da alocação de recursos financeiros para implementar soluções no meio urbano.

Segundo Sulaiman e Aledo (2016), a desigual distribuição das cidades é um fator preponderante. Os riscos cumulativos, ou seja, os riscos de desastres socionaturais, têm maior probabilidade de afetar determinados grupos socioeconômicos e sociodemográficos. A falta de estrutura nos bairros aumenta a insegurança, sendo necessário questionar a desigual distribuição do risco e a origem da vulnerabilidade. Os autores argumentam a necessidade de novos modelos de gestão de risco, bem como modelos educativos emancipadores.

Moura e Silva (2008) analisaram as consequências da interação entre pobreza, urbanização e meio ambiente na qualidade de vida urbana. A pesquisa destaca a importância de análises, pesquisas e procedimentos técnicos para mitigar esses riscos. Os autores defendem a implementação de medidas no planejamento e na gestão urbana que considerem aspectos físicos e humanos na avaliação de riscos, na identificação de populações vulneráveis e no desenvolvimento de procedimentos para eliminar os efeitos dos desastres.

Quando surgem preocupações com desigualdades entre grupos de pessoas, comuni-

dades locais, valores sociais, economias e crise ambiental, manifesta-se a necessidade de planejamento urbano sustentável. Essas mudanças graduais implicam uma transição das cidades de sociedades tradicionais para um design urbano mais integrado (Oktay, 2012; Parizzi, 2014; Perez et al., 2020).

O cumprimento do ODS 11, que visa cidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis vai de encontro ao planejamento urbano sustentável. Este reflete a satisfação do indivíduo devido à integração social. Logo, os fatores determinantes da qualidade habitacional e ambiental devem ser considerados durante o processo de planejamento de forma a aumentar a satisfação (Berkoz et al., 2009).

É importante ressaltar que, devido à configuração urbana diversificada de acordo com a vivência social, a percepção dos riscos de desastres naturais torna-se relativa conforme o estrato que o usuário ocupa na sociedade. Nesse contexto, quais as principais características do meio urbano que estão mais associadas à percepção de risco de desastres naturais? Como a percepção de risco afeta a satisfação do indivíduo com sua habitação e bairro? As condições socioeconômicas dos usuários estão correlacionadas à percepção de risco?

O presente trabalho analisou a influência da percepção dos riscos de desastres naturais com os aspectos da habitação, com os atributos do bairro e com as características sociodemográficas do usuário, que podem ser observadas e avaliadas de maneira objetiva. A pesquisa teve como propósito analisar a correlação entre percepção subjetiva de riscos de desastres naturais com a satisfação tanto da habitação quanto do bairro, juntamente ao levantamento do perfil sociodemográfico do indivíduo, a partir do estudo empírico das variáveis associadas ao seu respectivo constructo.

## METODOLOGIA

A pesquisa se direciona a partir do objetivo de analisar as correlações entre a percepção de risco de desastres naturais e as variáveis de satisfação do usuário no contexto residencial, os atributos do bairro e a caracterização sociodemográfica da amostra. Para isso, foi utilizado o método de procedimento Survey por meio da coleta de dados e informações a respeito das percepções dos indivíduos (Hair Jr et al., 2005). O questionário desenvolvido para o levantamento de dados abordou perguntas referentes às qualidades urbanas e ao perfil do usuário.

Para o planejamento do Survey, foram idealizadas algumas premissas: a definição das necessidades de informação, as variáveis, a população-alvo e a amostra, o método para a coleta dos dados e o desenvolvimento do instrumento de coleta e da mensuração de dados.

Conforme projeto com certificado de apresentação de apreciação ética 26233419.4.0000.5547, ressalta-se que toda a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisas que envolve seres humanos da UTFPR.

Para elaborar um questionário conciso à realidade urbana, é importante ter como base trabalhos de outrem relevantes à temática em questão. Dessa maneira, o início da pesquisa se deu a partir de um amplo estudo para definir conceitos fundamentais e lacunas relativos ao tema, identificação das variáveis e de grupos (Adriaanse, 2007; Américo & Aragonés, 1990; Faganello, 2019; Fornara et al., 2010; Ge & Hokao, 2006; Hadavi & Kaplan, 2016; Ibem et al., 2013; Lee et al., 2017; Sam et al., 2012).

Como conseguinte, foram identificados atributos pertinentes à satisfação com os aspectos da habitação (Satisfação da Habitação) e do bairro (Satisfação do Bairro), bem como ao perfil sociodemográfico do usuário (Características Sociodemográficas) atrelados à percepção de riscos de desastres naturais (Característica do Meio Urbano). Assim, a pesquisa englobou um total de 44 variáveis pertencentes a quatro constructos, como apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Variáveis da pesquisa

| Constructos                         | Variáveis  |
|-------------------------------------|--|
| <b>SH – Satisfação da Habitação</b> | SH1 – Habitação  |
|                                     | SH2 – Aparência Externa da Habitação   |
|                                     | SH3 – Localização da Habitação   |
|                                     | SH4 – Aparência do Bairro da Habitação   |
|                                     | SH5 – Localização do Bairro da Habitação   |
|                                     | SH6 – Divisão dos Cômodos da Habitação   |
|                                     | SH7 – Integração entre os Ambientes da Habitação   |
|                                     | SH8 – Tamanho da Área de Serviço da Habitação  |
|                                     | SH9 – Revestimentos da Habitação   |
|                                     | SH10 – Cores nas Paredes da Habitação  |
|                                     | SH11 – Materiais da Fachada da Habitação   |
|                                     | SH12 – Iluminação Natural da Habitação   |
|                                     | SH13 – Iluminação Artificial da Habitação  |
|                                     | SH14 – Conforto da Temperatura da Habitação  |
|                                     | SH15 – Conforto da Iluminação da Habitação   |
|                                     | SH16 – Conforto de Odores da Habitação   |
|                                     | SH17 – Conforto da Ventilação da Habitação   |
|                                     | SH18 – Privacidade da Habitação  |
|                                     | SH19 – Segurança da Habitação  |
|                                     | SH20 – Espaço Externo da Habitação   |
| <b>SB – Satisfação do Bairro</b>    | SB1 – Existência de Terrenos Baldios no Bairro   |
|                                     | SB2 – Existência de Sinais de Vandalismo no Bairro                                       |
|                                     | SB3 – Existência de Sinalização nas Ruas no Bairro                                       |
|                                     | SB4 – Existência de Pavimentação nas Ruas no Bairro                                      |
|                                     | SB5 – Existência de Drenagem nas Ruas no Bairro  |
|                                     | SB6 – Boa Limpeza das Ruas e Calçadas no Bairro  |
|                                     | SB7 – Existência de Acessibilidade nas Calçadas no Bairro                                |
|                                     | SB8 – Fácil Conexão do Bairro com Outras Partes da Cidade por Meio do Transporte Público |
|                                     | SB9 – Disponibilidade de Redes de Água e Esgoto no Bairro                                |
|                                     | SB10 – Disponibilidade de Redes de Internet e Telefone no Bairro                         |
|                                     | SB11 – Existência de Iluminação no Bairro  |
|                                     | SB12 – Bairro Considerado Isolado  |
|                                     | SB13 – Bairro Considerado Habitável  |

Continua »

| Constructos                                    | Variáveis  |
|--|--|
| <b>SB – Satisfação do Bairro</b>               | SB14 – Bairro Considerado Adequado para Portadores de Necessidades Especiais |
|  | SB15 – Bairro Considerado Seguro   |
|  | SB16 – Bairro com Vagas de Estacionamento                                    |
|  | SB17 – Bairro de Fácil Circulação no Entorno                                 |
|  | SB18 – Bairro Distante ao Local de Trabalho                                  |
| <b>CSD – Características Sociodemográficas</b> | CDS1 – Gênero  |
|  | CDS2 – Nível de Escolaridade   |
|  | CDS3 – Renda Bruta   |
|  | CDS4 – Filhos  |
|  | CDS5 – Idade   |
| <b>CMU – Característica do Meio Urbano</b>     | CMU1 – Risco de Desastres Naturais no Bairro                                 |

Fonte: elaboração própria (2022).

Para abranger uma amostra ampla, foi escolhido o método de amostragem não probabilística por conveniência. Esse tipo de amostragem envolve a seleção de elementos mais acessíveis para participar do estudo e que possam fornecer informações relevantes (Hair Jr et al., 2005).

O instrumento de coleta de dados utilizado neste estudo foi um questionário, composto de questões tanto quantitativas como qualitativas. A mensuração quantitativa das perguntas qualitativas foi realizada por meio da utilização de uma escala de diferencial semântico de Likert de cinco pontos. Essa escala proporciona variáveis classificadas de forma ordinal, representadas por números que refletem uma ordem de importância subjacente às características da variável. É importante ressaltar que, devido à natureza da mensuração, o uso de escalas adiciona um componente subjetivo às análises (Samartini, 2006). Portanto, os resultados devem ser interpretados como tendências, e não como verdades absolutas.

No que tange ao refinamento do questionário, foi aplicado um teste-piloto com uma escala reduzida da amostra (33 respondentes). Nesta etapa, surgiram dúvidas com relação às questões e aos termos usados na escala de mensuração. Após o pré-teste, alguns ajustes foram efetuados para que se iniciasse a aplicação do questionário aperfeiçoado, que ocorreu entre maio e setembro de 2020. Ambos foram aplicados de maneira on-line por meio da ferramenta Google Forms. O convite para participar da pesquisa foi feito por meio de um link, enviado por e-mail ou pelas redes sociais. Nesse link, era possível encontrar a apresentação da pesquisa, em que o primeiro passo seria a aceitação (ou não) em participar, após ser informado que a participação era de forma livre e totalmente voluntária. Então, o respondente sequenciava com o preenchimento do próprio questionário.

Como cerne da análise dos resultados, após os devidos ajustes técnicos, fez-se necessário o levantamento dos dados sobre os respondentes para prosseguir com a análise. Desse modo, o método Survey foi aplicado para uma população com idade acima de 18 anos, brasileiros, residentes no país e residência de mais de um ano na habitação. Os resultados da amostra foram estratificados de modo a obter uma correspondência com a população brasileira com relação ao gênero (48,3% masculina e 51,8% feminina, segundo o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2018).

Os dados coletados foram organizados e tabelados pelo programa Microsoft Excel, resultando em uma matriz numérica. As variáveis dos constructos foram organizadas no eixo X e, com a finalidade de preservar o anonimato, os indivíduos respondentes foram associados a um número sequenciado no eixo Y. A composição da amostra foi analisada com o auxílio do software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 24, a partir de análises descritivas e estatísticas de correlações. *A priori*, foram realizadas análises descritivas dos dados e, subsequentemente, análises multivariadas, a fim de compreender as relações pertinentes ao objetivo do presente estudo.

De acordo com Hair et al. (2005), por meio da análise descritiva, é possível, a partir da avaliação de um conjunto de respostas, obter algumas descobertas iniciais, descrevendo e analisando as características ou as relações entre os fenômenos analisados. Para entender o comportamento médio da amostra, utilizou-se, em um primeiro momento, da análise descritiva das variáveis do grupo “CSD”, da Tabela 1.

Segundo Marconi e Lakatos (1996), o intuito de trabalhar com questões quantitativas é representar, de forma sucinta, sintética e compreensível, informações trazidas de um conjunto de dados. Posto isso, a análise descritiva permitiu compreender o perfil dos respondentes, a fim

de caracterizar a amostra, com base na síntese dos dados de maneira direta, preocupando-se com as principais tendências existentes.

Já a análise multivariada, corresponde a uma ferramenta diagnóstica que identifica observações atípicas. Tais anomalias estatísticas, além de influenciar nos resultados, também revelam as relações e inter-relações substanciais entre as variáveis, pois auxiliam na construção de uma base objetiva para o desenvolvimento de modelo final de relações a partir da redução dos dados por meio de novos agrupamentos de variáveis.

As variáveis dos constructos “SH”, “SB” e “CMU”, apresentadas na Tabela 1, compreenderam o banco de dados analisados na pesquisa. Acrescentando ao banco de dados a amostra quantitativa (grupo “CSD”), foi criada uma matriz de correlação através do programa Microsoft Excel, e os dados, submetidos ao software SPSS para a análise. A análise correlacional, associada a composições de conjuntos de múltiplas variáveis dependentes e independentes, possibilitou identificar o grau de inter-relação existente entre os constructos em questão.

Para Field (2009), a correlação é uma medida do relacionamento linear entre variáveis, sendo importante para os pesquisadores entenderem se existe algum tipo de relação entre duas ou mais variáveis. Nesse sentido, o coeficiente de correlação de Spearman é considerado adequado para analisar a matriz de variáveis, especialmente quando as variáveis são medidas em escala ordinal, tornando-se menos sensível à variabilidade dos dados (Pontes, 2010). Além disso, a confiabilidade dos resultados foi avaliada com base na significância estatística de 5% e 1%.

A correlação busca examinar o inter-relacionamento entre duas variáveis, variando de +1 a -1. Um valor de -1 indica uma correlação negativa perfeita ou inversa; +1 indica uma correlação positiva perfeita ou direta; enquanto 0 sugere a ausência de relação entre as variáveis. Os valores de correlação foram classificados como fracos (de 0,100 a 0,399), moderados (de 0,400 a 0,699) e fortes (de 0,700 a 0,999). As análises foram conduzidas com base nesses intervalos de valores e cores, usando cores frias para correlações inversas e cores quentes para correlações positivas (Tabela 2).

**Tabela 2.** Análise de correlação: intervalo de valores e cores

| Correlação               | Intervalo                                   | Cor representativa |
|--------------------------|---|--------------------|
| <b>Alta</b>              | Azul escuro 3 (- 0,999 a - 0,900)           |                    |
|                          | Azul centáurea escuro 3 (- 0,899 a - 0,800) |                    |
|                          | Azul escuro 2 (- 0,799 até - 0,700)         |                    |
| <b>Moderada</b>          | Azul (- 0,699 a - 0,600)                    |                    |
|                          | Azul centáurea escuro 2 (- 0,599 a - 0,500) |                    |
|                          | Azul centáurea escuro 1 (- 0,499 a - 0,400) |                    |
| <b>Fraca</b>             | Azul centáurea (- 0,399 a - 0,300)          |                    |
|                          | Azul centáurea claro 1 (- 0,299 a - 0,200)  |                    |
|                          | Azul centáurea claro 2 (- 0,199 a - 0,100)  |                    |
| <b>Leve</b>              | Branco (- 0,099 a - 0,010)                  |                    |
| <b>Não há correlação</b> | Branco (0)                                  |                    |
| <b>Leve</b>              | Branco (0,010 a 0,099)                      |                    |
| <b>Fraca</b>             | Amarelo claro 2 (0,100 a 0,199)             |                    |
|                          | Amarelo claro 1 (0,200 a 0,299)             |                    |
|                          | Amarelo (0,300 a 0,399)                     |                    |
| <b>Moderada</b>          | Laranja claro (0,400 a 0,499)               |                    |
|                          | Laranja (0,500 a 0,599)                     |                    |
|                          | Laranja escuro (0,600 a 0,699)              |                    |
| <b>Alta</b>              | Vermelho (0,700 até 0,799)                  |                    |
|                          | Vermelho escuro 1 (0,800 a 0,899)           |                    |
|                          | Vermelho cereja (0,900 a 0,999)             |                    |
| <b>Perfeita relação</b>  | Vermelho escuro 2 (1,000)                   |                    |

Fonte: elaboração própria (2022).

Em suma, o método Survey permitiu definir o perfil da amostra para analisar os dados de maneira descritiva. Após, foram feitas análises

de correlações existentes entre as variáveis dos constructos “SH”, “SB” e “CSD” com a variável do grupo “CMU”.

## RESULTADOS

Foi obtida uma amostra final com 279 indivíduos, formada por diversos perfis das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, sendo coletados dos seguintes estados, em ordem decrescente de respostas: Paraná, São Paulo, Goiás, Distrito Federal, Santa Catarina, Minas Gerais, Rio de

Janeiro, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Para uma melhor avaliação, filtraram-se somente respondentes proprietários de sua habitação, sendo ela quitada ou financiada. A Tabela 3 apresenta um resumo de proporção dos principais elementos da amostragem.

**Tabela 3.** Perfil da amostra

| Elemento                     | Descrição                          | Percentual |     |
|------------------------------|------------------------------------|------------|-----|
| <b>Gênero</b>                | Feminino                           | 52%        |     |
|                              | Masculino                          | 48%        |     |
| <b>Nível de escolaridade</b> | Ensino Fundamental                 | 1%         |     |
|                              | Ensino médio                       | 11%        |     |
|                              | Ensino superior                    |            | 39% |
|                              |                                    |            | 43% |
|                              | Especialização/ Mestrado           | 6%         |     |
| Doutorado/ Pós-Doutorado     |                                    |            |     |
| <b>Renda Bruta</b>           | Até R\$1.045,00                    | 2.50%      |     |
|                              | Entre R\$ 1.045,00 e R\$ 2.090,00  | 7.89%      |     |
|                              | Entre R\$ 2.090,00 e R\$ 4.180,00  | 22.58%     |     |
|                              | Entre R\$ 4.180,00 e R\$ 10.450,00 | 38%        |     |
|                              | De R\$ 10.450,00 a R\$ 20.900,00   | 22.58%     |     |
|                              | Acima de R\$ 20.900,00             | 6.45%      |     |
| <b>Idade</b>                 | Entre 18 e 20 anos                 | 1%         |     |
|                              | Entre 21 e 30 anos                 | 39%        |     |
|                              | Entre 31 e 40 anos                 | 25%        |     |
|                              | Entre 41 e 50 anos                 | 13%        |     |
|                              | Entre 51 e 60 anos                 | 18%        |     |
|                              | Acima de 61 anos                   | 4%         |     |
| <b>Número de filhos</b>      | Sem filhos                         | 59%        |     |
|                              | Com 1 filho                        | 16%        |     |
|                              | Com 2 filhos                       | 20%        |     |
|                              | Com 3 filhos ou mais               | 5%         |     |

**Fonte:** elaboração própria (2022).

Após a realização da análise descritiva, foi possível identificar quais as correlações existentes entre as variáveis dos grupos. A Tabela 4 apresenta os coeficientes de correlação da análise estatística para cada variável dos grupos

“SH”, “SB” e “CSD” com a variável do constructo “CMU”. A significância foi representada com o asterisco, sendo que dois asteriscos correspondem a 5% de significância, e um asterisco, a 1%.

**Tabela 4.** Coeficientes de correlação entre as variáveis e a percepção de risco de desastres naturais

| Variáveis  | Coeficientes de correlação |         | Variáveis  |
|--|----------------------------|---------|--|
| SH1 – Habitação                                    | -,174**                    | -,127*  | SB3 – Existência de Sinalização nas Ruas no Bairro                                       |
| SH2 – Aparência Externa da Habitação               | -,144*                     | -,192** | SB4 – Existência de Pavimentação nas Ruas no Bairro                                      |
| SH3 – Localização da Habitação                     | -,138*                     | -,189** | SB5 – Existência de Drenagem nas Ruas no Bairro  |
| SH4 – Aparência do Bairro da Habitação             | -,155**                    | -,286** | SB6 – Boa Limpeza das Ruas e Calçadas no Bairro  |
| SH5 – Localização do Bairro da Habitação           | -,126*                     | -,155** | SB7 – Existência de Acessibilidade nas Calçadas no Bairro                                |
| SH6 – Divisão dos Cômodos da Habitação             | ,150*                      | -,144*  | SB8 – Fácil Conexão do Bairro com Outras Partes da Cidade por Meio do Transporte Público |
| SH7 – Integração entre os Ambientes da Habitação   | -,118*                     | -,316** | SB9 – Disponibilidade de Redes de Água e Esgoto no Bairro                                |
| SH8 – Tamanho da Área de Serviço da Habitação      | -,124*                     | -,306** | SB10 – Disponibilidade de Redes de Internet e Telefone no Bairro                         |
| SH9 – Revestimentos da Habitação                   | -,172**                    | -,166** | SB11 – Existência de Iluminação no Bairro  |
| SH10 – Cores nas Paredes da Habitação              | -,177**                    | ,126*   | SB12 – Bairro Considerado Isolado  |
| SH11 – Materiais da Fachada da Habitação           | -,211**                    | -,135*  | SB13 – Bairro Considerado Habitável  |
| SH12 – Iluminação Natural da Habitação             | -,210**                    | -,227** | SB14 – Bairro Considerado Adequado Portadores de Necessidades Especiais                  |
| SH13 – Iluminação Artificial da Habitação          | -,201**                    | -,153*  | SB15 – Bairro Considerado Seguro   |
| SH14 – Conforto da Temperatura da Habitação        | -,146*                     | -,222** | SB16 – Bairro com Vagas de Estacionamento  |
| SH15 – Conforto da Iluminação da Habitação         | -,152*                     | -,164** | SB17 – Bairro de Fácil Circulação no Entorno   |
| SH16 – Conforto de Odores da Habitação             | -,191**                    | ,129*   | SB18 – Bairro Distante ao Local de Trabalho  |
| SH17 – Conforto da Ventilação da Habitação         | -,157**                    | -0,01   | CDS1 – Gênero  |
| SH18 – Privacidade da Habitação                    | -,132*                     | 0,077   | CDS2 – Nível de Escolaridade   |
| SH19 – Segurança da Habitação                      | -,201**                    | -0,041  | CDS3 – Ocupação Principal  |
| SH20 – Espaço Externo da Habitação                 | -,130*                     | -0,007  | CDS4 – Renda Bruta   |
| SB1 – Existência de Terrenos Baldios no Bairro     | ,120*                      | 0,013   | CDS5 – Filhos  |
| SB2 – Existência de Sinais de Vandalismo no Bairro | ,266**                     | 0,029   | CDS6 – Idade   |

Fonte: elaboração própria (2022).

A partir da Tabela 4, observa-se que, para as questões referentes às variáveis do constructo “SH”, os resultados apresentaram uma relevante tendência à relação inversa com a percepção dos riscos de desastres naturais, sendo as correlações mais significativas com a satisfação com os materiais da fachada da habitação (SH11), satisfação com a iluminação natural da habitação (SH12) e satisfação com a iluminação artificial da habitação (SH13) empatada com a satisfação com a

segurança da habitação (SH19). Com exceção à satisfação com a divisão dos cômodos da habitação (SH6), que apresentou correlação direta com a variável de percepção de riscos.

Para o grupo de SB, as variáveis que apresentam maior valor de correlação inversa (tendência) foram satisfação com a disponibilidade de redes de água e esgoto no bairro (SB9), satisfação com a disponibilidade de redes de

internet e telefone no bairro (SB10), satisfação com a boa limpeza das ruas e calçadas no bairro (SB6), bairro considerado adequado para pessoas com deficiência (SB14) e bairro com vagas de estacionamento (SB16). Já as variáveis que apresentam correlação direta mais forte foram satisfação com a existência de sinais de vandalismo no bairro (SB2), bairro distante ao local de trabalho (SB18), bairro considerado isolado (SB12) e satisfação com a existência de terrenos baldios no bairro (SB1).

## DISCUSSÃO

Os resultados apresentados sobre a percepção com relação aos desastres naturais no bairro ressaltaram os atributos objetivos. Segundo Parkes et al. (2002), “a vantagem de usar uma medida unificadora e subjetiva da qualidade de vida do bairro é que ela parece ser mais apropriada para medir o impacto de muitos atributos percebidos pelos moradores” (p. 2415). Nesse sentido, o planejamento e o desenvolvimento urbano beneficiam-se da abordagem da satisfação na avaliação da qualidade dos ambientes residenciais.

É possível observar a correlação inversa dos coeficientes do constructo de SH e a percepção de riscos de desastres naturais relacionados diretamente com a satisfação do usuário. De acordo com Givisiez e Oliveira (2017), uma habitação adequada deve possuir um espaço protegido de intempéries e apresentar condições favoráveis de salubridade, privacidade e segurança. A privacidade interna das moradias deve cumprir a capacidade em abrigar famílias de composições variadas com critérios mínimos de conforto.

As variáveis que mostraram significância estão relacionadas à infraestrutura do bairro. A qualidade da infraestrutura de um ambiente urbano influencia diretamente na sensação de segurança diante de desastres naturais. Em outras palavras, um bairro que é planejado de forma adequada, com infraestrutura de qualidade e manutenção regular, contribui para que os residentes se sintam satisfeitos e não percebam riscos iminentes. Da mesma forma, o oposto também é verdadeiro.

Na relação direta, a variável que apresentou maior coeficiente foi a satisfação com a existência de sinais de vandalismo no bairro (SB2); como apresentado por Sulaiman e Aledo (2016), a falta de infraestrutura aumenta a insegurança. Ademais, as percepções dos usuários sobre o bairro, como ser silencioso, habitável, adequado para pessoas com deficiência, seguro e preocupado com sustentabilidade, também são fatores determinantes para a satisfação do indivíduo.

Para Ogu (2002), “os fatores que afetam a satisfação com as unidades habitacionais e o ambiente residencial são complexos e podem

Quando à avaliação entre o grupo “CSD” e a variável “CMU”, os resultados não foram pertinentes devido a poucos respondentes da realidade da classe considerada socioambientalmente mais vulnerável. Então, a análise do contraste entre classes não é possível por não serem grupos representativos na amostra, pois detém em sua maior porcentagem usuários que desfrutam de uma vida mais abastada financeiramente, não demonstrando percepções significativas aos riscos de desastres naturais.

variar conforme as circunstâncias culturais e socioeconômicas” (p. 47). A percepção de insegurança pode ser causada por questões como ausência de iluminação e vandalismo, afetando também a aparência do bairro, e relacionada, ainda, à sustentabilidade (Esperidião et al., 2023). Os aspectos supracitados são subjetivos e, uma vez que dependem das percepções individuais, impactam diretamente na qualidade percebida na vizinhança e no bairro.

Os resultados sugerem a importância da qualidade do bairro para que os indivíduos se sintam protegidos contra os riscos naturais e, consequentemente, mais satisfeitos com suas moradias. Pesquisas realizadas por Amérigo e Aragonés (1990) e por Berkoz et al. (2009) também destacaram a influência da infraestrutura básica na satisfação residencial. A pesquisa de Etinay et al. (2018) identificou danos, infraestrutura crítica, interrupções de serviços e falta de serviços básicos como principais indicadores de risco, evidenciando que a falta de serviços básicos, como limpeza, manutenção de ruas, pavimentação e drenagem, pode resultar em problemas ambientais.

Observa-se que, em ambientes suscetíveis a riscos ambientais, como áreas de preservação permanente, margens de corpos d’água, áreas próximas a linhas de alta tensão, linhas férreas, terrenos íngremes e locais com risco de inundação e deslizamento, geralmente não há redes de água e esgoto, drenagem adequada ou pavimentação. Portanto, as análises indicam predominantemente uma relação inversa entre a percepção de risco de desastres naturais e a satisfação do morador.

Estes resultados estão de acordo com o estudo de Perez et al. (2020), que enfatizam:

Medidas adaptativas devem passar necessariamente pela implantação de serviços de saneamento ambiental para redução do risco aos eventos extremos [...], principalmente no atendimento às populações com menos recursos financeiros. Estes serviços devem estar também articulados com o modo de vida das populações tradicionais e com o ecossistema em que serão inseridos, a partir de alternativas de coleta de tratamento de

esgoto doméstico e de manejo das águas pluviais. (p. 337)

Nessas áreas, é comum encontrarmos habitações precárias, que não oferecem o mínimo necessário para um ambiente de moradia satisfatório. Além disso, a presença de terrenos baldios e de atos de vandalismo em determinados bairros aumenta a insatisfação dos moradores. A vulnerabilidade se manifesta nos

processos de expansão urbana que envolvem a dispersão espacial de grupos com risco social, degradação ambiental e falta de serviços de infraestrutura urbana adequados. Esses problemas são agravados em regiões desfavorecidas. Como destacado por Moura e Silva (2008), a combinação de pobreza, urbanização e meio ambiente tem um impacto significativo na qualidade de vida urbana e, consequentemente, na satisfação dos moradores.

## CONCLUSÕES

Por meio do estudo empírico, este trabalho apresentou uma análise das características subjetivas da satisfação do indivíduo com relação à habitação e ao bairro com a percepção de riscos a desastres naturais. Ainda, foi feita a relação dos aspectos objetivos do perfil socioeconômico da amostra com tal percepção subjetiva. As análises demonstraram que existem correlações significativas entre o risco de desastres naturais com a SH e com a SB. Porém, os coeficientes entre o constructo “CSD” e o “CMU” demonstraram uma correlação não significativa.

Os resultados da pesquisa indicaram que os coeficientes de correlação foram inversos para as variáveis relacionadas à satisfação com a habitação, confirmando que a percepção de insegurança reduz a satisfação com a moradia. Além disso, as variáveis que se mostraram significativas estavam relacionadas à infraestrutura do bairro.

A percepção dos indivíduos quanto à preocupação com desastres naturais em seu bairro revela a influência dos aspectos tangíveis. Assim, espaços urbanos bem planejados, com manutenção regular e equipados com recursos e serviços, aumentam a sensação de segurança. Nesse sentido, cabe ao poder público garantir que tais serviços sejam disponibilizados aos moradores.

Baseado nos ODS, estipulados pela Eco-92, o Estado deve conciliar o desenvolvimento

socioeconômico com a sustentabilidade urbana, em harmonia com o meio ambiente, a fim de reduzir os impactos negativos da ação humana sobre a natureza. Compromete-se, assim, a mitigar as disparidades e os desafios sociais que afetam negativamente a habitabilidade do meio urbano.

Entre as limitações da pesquisa está a concentração da amostra nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país, que têm características diferentes. Além disso, a coleta de dados on-line atingiu predominantemente um extrato socioeconômico mais abastado, limitando o acesso às pessoas de baixa renda. Isso ressalta a necessidade de mais pesquisas sobre a satisfação com o bairro, uma vez que soluções padronizadas, que não levam em consideração as percepções dos indivíduos, não são capazes de tornar os bairros mais satisfatórios.

Dessa forma, é possível concluir que este artigo avança sobre os fatores que influenciam a satisfação do indivíduo com relação à habitação e ao bairro no que se refere à percepção de fenômenos naturais. Essas relações são complexas, e é fundamental aprofundar as pesquisas para oferecer bairros e cidades que contribuam para aumentar a satisfação dos moradores. Com esse entendimento, os formuladores de políticas públicas podem buscar soluções que levem em conta a participação dos cidadãos e as necessidades locais.

## CONTRIBUIÇÕES E AGRADECIMENTOS

Iolanda Geronimo Del Roio: concepção geral do estudo, redação do artigo e revisão final.

Beatrice Lorenz Fontolan: análise e interpretação dos dados gráficos e teóricos, redação do artigo, desenho e revisão final.

Aline Ramos Esperidião: pesquisa bibliográfica, coleta de dados, análise e interpretação dos dados gráficos e teóricos, redação do artigo, revisão crítica do conteúdo intelectual.

Alfredo Iarozinski Neto: análise e interpretação dos dados gráficos e teóricos, aprovação final da versão a ser publicada.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), Brasil, código de financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

- Adriaanse, C. C. M. (2007). Measuring residential satisfaction: A residential environmental satisfaction scale (RESS). *Journal of Housing and the Built Environment*, 22(3), 287-304. <http://dx.doi.org/10.1007/s10901-007-9082-9>
- Agopyan, V., John, V. M., & Goldenberg, J. (2011). *O desafio da sustentabilidade na construção civil* (Série sust). Blucher.
- Aigbavboa, C., & Thwala, W. (2018). *Residential Satisfaction and Housing Policy Evolution*. Routledge.
- Ambrey, C., & Fleming, C. (2014). Public Greenspace and Life Satisfaction in Urban Australia. *Urban Studies*, 51(6), 1290-1321. <https://doi.org/10.1177/0042098013494417>
- Amérigo, M., & Aragonés, J. I. (1990). Residential satisfaction in council housing. *Journal of Environmental Psychology*, 10(4), 313-325. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80031-3](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80031-3)
- Berkoz, L., Turk, Ş. Ş., & Kellekci, Ö. L. (2009). Environmental quality and user satisfaction in mass housing areas: The case of Istanbul. *European Planning Studies*, 17(1), 161-174. <https://doi.org/10.1080/09654310802514086>
- Canil, K., Macedo, E. S. de, Silva, F. C., & Mirandola, F. A. (2010). Municipal plan for the reduction of risks of landslides in areas with precarious habitation: A methodological approach. *Terrae*, 7, 22-28. [https://www.ige.unicamp.br/terrae/V7/PDF-N7/a3\\_t7\\_pbFormU.pdf](https://www.ige.unicamp.br/terrae/V7/PDF-N7/a3_t7_pbFormU.pdf)
- Cardoso, A. L. (2006). Risco urbano e moradia: a construção social do risco em uma favela do Rio de Janeiro. *Cadernos IPPUR*, 1, 27-48. [https://ippur.ufrj.br/wp-content/uploads/2016/05/CI\\_Ano\\_XX\\_n1\\_jan-jul\\_2006-ilovepdf-compressed.pdf](https://ippur.ufrj.br/wp-content/uploads/2016/05/CI_Ano_XX_n1_jan-jul_2006-ilovepdf-compressed.pdf)
- Esperidião, A. R. (2021). *Estudo de fatores do meio urbano que influenciam a satisfação do indivíduo no contexto residencial*. (dissertação de mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Esperidião, A., Penteado, A., Fontolan, B., Del-Roio, I., & Iarozinski Neto, A. (2023). Fatores pertinentes ao desempenho e sustentabilidade do meio urbano: a percepção dos moradores brasileiros. *IMPACT Projects*, 2(1), 123-138. <https://doi.org/10.59279/impact.v2i1.2226>
- Etinay, N., Egbu, C., & Murray, V. (2018). Building urban resilience for disaster risk management and disaster risk reduction. *Procedia Engineering*, 212, 575-582. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2018.01.074>
- Faganello, A. M. P. (2019). *Estudo sistêmico das inter-relações dos construtos que influenciam a satisfação residencial visando à elaboração de um modelo a partir da percepção cognitiva do indivíduo*. (tese de doutorado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Field, A. (2009). *Descobrimos a estatística usando o SPSS-5*. Editora Penso.
- Fontolan, B. L., Del Roio, I. G., Esperidião, A. R., & Iarozinski Neto, A. (2022). Análise do risco de desastres naturais: percepção do indivíduo em relação às características do meio urbano em cidades brasileiras (apresentação). *XIV Seminário Internacional de Investigação em Urbanismo, Curitiba*. <https://doi.org/10.5821/siu.12176>
- Fornara, F., Bonaiuto, M., & Bonnes, M. (2010). Cross-Validation of Abbreviated Perceived Residential Environment Quality (PREQ) and Neighborhood Attachment (NA) Indicators. *Environment and Behavior*, 42(2), 171-196. <https://doi.org/10.1177/0013916508330998>
- Ge, J., & Hokao, K. (2006). Research on residential lifestyles in Japanese cities from the viewpoints of residential preference, residential choice and residential satisfaction. *Landscape and Urban Planning*, 78(3), 165-178. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.07.004>
- Givisiez, G. H. N., & Oliveira, E. L. de. (2017). Risco e vulnerabilidade social a desastres naturais no Brasil: proposta de um arcabouço para indicadores multiescalares. Em A. Perez Filho & R. R. Amorim (orgs.), *Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento* (pp. 4107-4118). Instituto de Geociências da Universidade de Campinas. <https://doi.org/10.20396/sbfga.v1i2017.2564>
- Hadavi, S., & Kaplan, R. (2016). Neighborhood satisfaction and use patterns in urban public outdoor spaces: Multidimensionality and two-way relationships. *Urban Forestry & Urban Greening*, 19, 110-122. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.05.012>
- Hair Jr, J., Babin, B., Samouel, P., & Money, A. (2005). *Fundamentos de métodos de pesquisa em administração*. Bookman.

- Ibem, E. O., Opoko, A. P., Adeboye, A. B., & Amole, D. (2013). Performance evaluation of residential buildings in public housing estates in Ogun State, Nigeria: Users' satisfaction perspective. *Frontiers of Architectural Research*, 2(2), 178-190. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2013.02.001>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2024). Censo Brasileiro de 2018. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Joseph, M., Wang, F., & Wang, L. (2014). GIS-based assessment of urban environmental quality in Port-au-Prince, Haiti. *Habitat International*, 41, 33-40. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2013.06.009>
- Lee, S. M., Conway, T. L., Frank, L. D., Saelens, B. E., Cain, K. L., & Sallis, J. F. (2017). The Relation of Perceived and Objective Environment Attributes to Neighborhood Satisfaction. *Environment and Behavior*, 49(2), 136-160. <https://doi.org/10.1177/0013916515623823>
- Marconi, M. de A., & Lakatos, E. M. (1996). *Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração e interpretação de dados* (3. ed.). Atlas.
- Mendonça, F. (2004). Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 10, 139-148.
- Moura, R., & Silva, L. A. de A. (2008). Desastres naturais ou negligência humana? *Revista Geografar*, 3(1). <http://dx.doi.org/10.5380/geografar.v3i1.12910>
- Ogu, V. I. (2002). Urban residential satisfaction and the planning implications in a developing world context: The example of Benin City, Nigeria. *International Planning Studies*, 7(1), 37-53. <https://doi.org/10.1080/13563470220112599>
- Oktay, D. (2012). Human sustainable urbanism: In pursuit of ecological and social-cultural sustainability. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 36, 16-27. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2012.03.003>
- Parizzi, M. G. (2014). *Desastres naturais e induzidos e o risco urbano*. Geonomos.
- Parkes, A., Kearns, A., & Atkinson, R. (2002). What makes people dissatisfied with their neighbourhoods? *Urban Studies*, 39(13), 2413-2438. <https://doi.org/10.1080/004209802200002703>
- Perez, L. P., Sales, A. L. P., & Silveira, J. A. R. da. (2020). Climate change and the unsustainable urbanism in the municipality of João Pessoa, PB, Brazil. *Sustentabilidade Em Debate*, 11(2), 304-340. <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v11n2.2020.32330>
- Pontes, A. C. F. (2010, julho 26-30). Ensino da correlação de postos no ensino médio. 26-30. Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística (SINAPE), São Pedro.
- Reani, R. T., Soriano, É., R. Londe, L., Tomás, L., N. Guillen Vianna, M. L., & Bacelar Lima Santos, L. (2020). Interfaces legais entre planejamento urbano e redução de riscos e desastres. *Caminhos de Geografia*, 21(76), 116-133. <https://doi.org/10.14393/RCG217651879>
- Ribeiro, C. A. B. C., Fortunato, R. A., & Machado, C. C. L. (2012). Caminhos da sustentabilidade urbana: o desafio da construção da gestão dos riscos socioambientais urbanos. *Idéias*, 3(1), 243. <https://doi.org/10.20396/ideias.v3i1.8649371>
- Salgado, M. S. (2010). Arquitetura centrada no usuário ou no cliente? Uma reflexão sobre a qualidade do projeto. Em M. M. Fabricio & S. W. Ornstein (eds.), *Qualidade no Projeto de Edifícios* (pp. 23- 33). RIMA-SP.
- Sam, N., Bayram, N., & Bilgel, N. (2012). The perception of residential environment quality and neighbourhood attachment in a metropolitan city: A study on Bursa, Turkey. *ECanadian Journal of Humanities and Social Sciences*, 1(1), 22-39. <https://www.researchgate.net/publication/269391770>
- Samartini, A. L. S. (2006). *Modelos com variáveis latentes aplicados à mensuração de importância de atributos*. Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas. <http://hdl.handle.net/10438/2553>
- Sulaiman, S. N., & Aledo, A. (2016). Desastres naturais: convivência com o risco. *Estudos Avançados*, 30, 11-23.



# Resiliencia urbana y modelos cartográficos de prevención ante riesgo de deslizamientos de tierra, Ciudad de México

Urban Resilience and Cartographic Models for Landslide Risk Prevention, Mexico City

Recibido: diciembre 30 / 2022 • Evaluado: febrero 24 / 2023 • Aceptado: febrero 14 / 2024

## CÓMO CITAR

Rivera-González, Ó. D. (2024). Resiliencia urbana y modelos cartográficos de prevención ante riesgo de deslizamientos de tierra, Ciudad de México. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(2), 123-134. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.5024>

Óscar Daniel Rivera-González\*

Universidad Nacional Autónoma de México (México)  
Facultad de Filosofía y Letras  
Colegio de Geografía

## RESUMEN

Diversos deslizamientos de tierra afectan viviendas a lo largo de la Ciudad de México (CDMX), por lo cual la resiliencia urbana es muy importante para adaptarse a dichas adversidades de manera momentánea, con el objetivo de que a corto plazo se establezcan medidas de protección civil. El punto central en el presente análisis es la adaptación de personas por medio de resiliencia urbana y la solución breve ante algún riesgo ocurrido; sin embargo, la atención preventiva del gobierno con la población es la que establece realmente el resguardo y cuidado real en los habitantes. A manera de ejemplo, se eligió como zona de estudio la colonia Las Águilas perteneciente a la alcaldía Álvaro Obregón, donde aconteció un deslizamiento de tierra, mismo que afectó una vivienda parcialmente. Por lo anterior, se generó un modelo preventivo por medio de álgebra de mapas, elaborado con Sistemas de Información Geográfica (SIG), el cual revela el grado de erosividad y posible afectación con base en las características geográficas del suelo. Los resultados cartográficos revelaron diversos niveles de riesgo, mismos que podrán implementarse en dicha zona de estudio por medio de reestructuración urbana y reubicación consensuada, visualizándose que la resiliencia urbana no es el único camino por ejecutar; por el contrario, es solo un momento que deberá tomarse en cuenta para establecer protección en la población, replicándose a futuro en otras partes de México e inclusive en otros países de América Latina donde acontezca dicha problemática.

### Palabras clave:

afectación; erosividad; modelos; protección; reestructuración

## ABSTRACT

Various landslides affect homes throughout Mexico City (CDMX), making urban resilience crucial for adapting these adversities in the short term, aiming for civil protection measures to be established shortly after an incident. The central point in this analysis is the adaptation of individuals through urban resilience and short-term solutions to address any risk encountered; however, governmental preventive preparedness with the population is what genuinely establishes protection and actual care for residents. As an example, the Las Águilas neighborhood in the Álvaro Obregón municipality was chosen for study, where a landslide affected a house partially. Therefore, a preventive model was generated using map algebra, developed with Geographic Information Systems (GIS), which reveals the degree of erosivity and potential impact based on soil geographic characteristics. Cartographic results revealed different risk levels, which can be implemented in this study area through urban restructuring and agreed relocation, visualizing that urban resilience is not the only course of action; on the contrary, it is just a moment to be taken into account to establish protection in the population, replicating it in the future in other parts of Mexico and even in other Latin American countries where this problem occurs.

### Keywords:

affectation; erosivity; models; protection; restructuring

✦ Geógrafo, Universidad Nacional Autónoma de México (México)  
Especialista en Economía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México (México)  
Maestro en Urbanismo, Universidad Nacional Autónoma de México (México)  
Doctor en Urbanismo, Universidad Nacional Autónoma de México (México)  
Posdoctorado en Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (México)  
◆ <https://scholar.google.com/citations?user=0plEs-4AAAAAJ&hl=es>  
🌐 <https://orcid.org/0000-0002-7698-7433>  
✉ [oscarriverag@filos.unam.mx](mailto:oscarriverag@filos.unam.mx) / [oscardanieldanyboy@hotmail.com](mailto:oscardanieldanyboy@hotmail.com)

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se deriva de la preocupación de los decesos en la población por deslizamientos de tierra en diversas partes del mundo, que se han incrementado recientemente, y establece relación entre resiliencia, urbanismo y modelos de prevención, con el objetivo de instaurar medidas reales para atender las necesidades y afectaciones en la población.

En la CDMX han existido desde hace varios años deslizamientos de ladera que han afectado gravemente a la población, mermando con el tiempo su tranquilidad y en ocasiones terminando en graves afectaciones.

El crecimiento urbano en zonas con características geográficas inseguras tiene una connotación negativa a lo largo del incremento de la CDMX, en particular la concentración desmedida en diversas partes de las alcaldías (Suárez & Delgado, 2007).

Es prudente mencionar que dicho urbanismo se establece por la necesidad de la población de poseer algún patrimonio seguro, aunque esto es interrumpido cuando existe un riesgo latente de presentar diversos acontecimientos geomorfológicos, conocidos comúnmente como deslizamientos de tierra o deslaves.

La susceptibilidad del terreno es condicionada por factores naturales y antrópicos, por lo que el elemento del suelo modificado e intemperizado potencia el riesgo de deslizamientos de tierra en periodos lluviosos (Pacheco & Lewis, 2007).

La modificación del terreno natural con materiales para la construcción fundamenta el aumento de riesgo, lo cual, combinado con la pendiente y el grado de erosividad, potencia más aún la fragmentación de la tierra y, con ello, el colapso parcial o total de las viviendas.

Es imprescindible establecer mecanismos de amortiguamiento y protección en caso de posibles deslizamientos de tierra. La decisión de las autoridades gubernamentales deberá ser implementada según estudios científicos minuciosos, multidisciplinarios e interdisciplinarios (Rivera, 2022).

La multidisciplinariedad entre ciencias físicas y sociales constituye un trabajo que comprende diversas partes del problema, esclarecidas por cada disciplina participante; por ello, la geografía, cartografía, urbanismo, ingeniería, geofísica, entre otras, deberán trabajar en conjunto para construir resultados certeros ante diversos riesgos.

Por lo antes explicado, la resiliencia intenta promover procesos que involucren al individuo y a su ambiente social, ayudándolo a superar de manera momentánea los riesgos de cualquier

índole; sin embargo, a las instituciones públicas encargadas de la gestión del riesgo de desastre les falta aún mucho trabajo por realizar en cuanto a la protección de los habitantes (García & Domínguez, 2013).

La resiliencia debe ser siempre reforzada con el apoyo y gestión académica, gubernamental y poblacional, con el objetivo de alcanzar y superar algún tipo de riesgo ambiental que pueda desencadenarse a futuro. De esta manera, se facilita una mayor calidad de vida al proteger a la población con medidas de prevención y no solo de corrección de daños.

Centrándonos en la resiliencia urbana, esta se entiende como la capacidad que tiene una comunidad o sociedad, expuesta a una amenaza, de resistir, adaptarse y recuperar sus funciones de manera eficaz después de una afectación; lo anterior, debe ser acompañado en todo momento de la protección, gestión y coordinación entre los diferentes actores involucrados y no solo esperar a que la población sea resiliente (Arner, 2013).

El aseguramiento de alguna zona urbana que se encuentre en riesgo es vital, es muy complejo que solamente la población pueda recuperarse y resistir alguna afectación cual sea; por ello, debe reforzarse su adaptación y resiliencia con gestión entre el aparato gubernamental y las personas posiblemente afectadas.

La resiliencia urbana es solo una parte de la solución, misma que debe ser reforzada implantando prevención de diversos riesgos mediante la producción de metodologías cualitativas y cuantitativas, materiales investigativos y propuestas de solución en torno al crecimiento urbano, lo cual logrará en algún porcentaje reducir los riesgos (Pacha & Villamarín, 2018)

La hipótesis de trabajo general expone la adaptación de la población por medio de resiliencia urbana al verse afectada por algún deslizamiento de tierra, siendo precisamente la resiliencia urbana una solución únicamente parcial ante el riesgo permanente o afectación ocurrida; sin embargo, la atención preventiva en los habitantes efectúa el resguardo y cuidado real en ellos.

Los trabajos previos al presente son de mucha relevancia, pues diversos especialistas han trabajado y abordado las problemáticas referentes a la resiliencia urbana, manifestando que este concepto es utilizado para defender y comprender el riesgo en el que se encuentra alguna población; aunque dicha resiliencia queda eliminada una vez acontecido el hecho catastrófico, más aún cuando existen decesos en la población.

El concepto *resiliencia urbana* se refiere a la capacidad de adaptarse a diversos riesgos

en zonas urbanas y rurales; así mismo, su fundamento proviene de la teoría de sistemas complejos, siendo su objetivo parcial la solución mediante políticas públicas de gestión de riesgo (Metzger & Robert, 2013).

La finalidad del análisis y eliminación de riesgos con base en la disminución de la vulnerabilidad es primordial. Por ello, el elemento de resiliencia urbana establece un punto de adaptación ante un posible hecho catastrófico, que puede afectar físicamente—e inclusive psicológicamente— a los habitantes en el momento del acontecimiento.

El término *resiliencia* tiene su origen en la psicología evolutiva en los años noventa, y se comprende como la capacidad personal que se refleja en la comunidad para asumir actitudes y prácticas ante situaciones de riesgo, con el fin de recuperarse. Esta capacidad se potencia al implementarse adecuadamente con apoyo de otras ciencias y ciertas técnicas cartográficas (Páez & Ornes, 2019)

La elaboración de modelos a partir de SIG es fundamental, la superposición de capas según su información en dichos *softwares* geoinformáticos determina las características geográficas de la región (Aceves et al., 2016), analizando el terreno y las tipologías que potencian los desliza-

mientos de tierra, aminorando el grado de error con diversas técnicas cartográficas actuales.

El aporte del grado de error en cada uno de los modelos obtenidos por SIG es determinante, pues con base en los resultados del modelo se puede comprender el riesgo de manera casi perfecta, así como las posibles afectaciones en la población en caso de deslizamiento de tierra. La implementación del modelo por medio de álgebra de mapas permite estudiar diversos rasgos geográficos y realizar una representación altamente real del territorio, que aporta datos cuantitativos como componentes bióticos, físicos y económicos (Gómez et al., 2018).

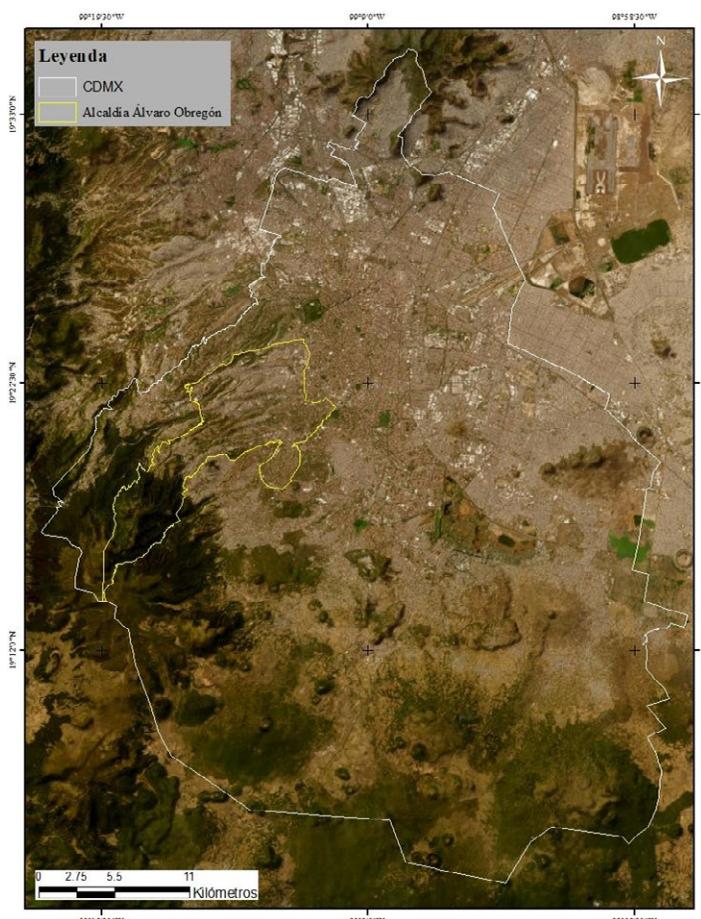
Por último, en diversos países latinoamericanos uno de los grandes desafíos desde hace 25 años es implantar medidas de gestión del riesgo naciente de la resiliencia urbana en un contexto territorial para el bienestar de la población (Duque & Quintero, 2013); por ello, es importante comprender que la resiliencia urbana está intrínsecamente relacionada con la gestión del riesgo, para evitar hasta cierto momento posibles consecuencias y graves afectaciones, lo cual deberá ser reforzado con el aporte de información cartográfica generada por diversas ciencias.

## METODOLOGÍA

La alcaldía Álvaro Obregón se ubica al poniente de la CDMX, en la cual se encuentra y acontece un crecimiento urbano continuo en zonas con

características riesgosas según la geomorfología (figura 1).

**Figura 1.** Zona de estudio alcaldía Álvaro Obregón, CDMX



Fuente: elaboración propia (2022). CC BY.

Por lo anterior, es importante mencionar que en los últimos años dicha alcaldía ha sido afectada por algunos episodios de deslizamientos de tierra (Cortés et al., 2021), puntualizando que dichos acontecimientos afectan otras partes de la CDMX.

La implementación del modelo cartográfico elaborado instauró puntualmente parámetros de riesgo con base en el grado de erosividad del terreno, uno de los elementos fundamentales debido a la alta degradación del suelo según el desgaste hídrico. Por lo anterior, el objetivo es

instaurar planes de reubicación de las personas en zonas urbanas y rurales, con el fin de evitar una posible catástrofe por deslizamientos de tierra, según el resultado del modelo.

La zona de estudio y domicilio de análisis se encuentra situada en la calle 6ta cerrada de Tarango colonia Las Águilas, alcaldía Álvaro Obregón (figuras 2 y 3), donde aconteció un deslizamiento de tierra parcial, que perjudicó una de las columnas de la vivienda edificada en años previos, que llevó al desalojo de 13 personas para su protección (Trejo, 2021).

**Figura 2.** Zona de estudio colonia Las Águilas y alcaldía Álvaro Obregón, CDMX



Fuente: elaboración propia (2022). CC BY.

**Figura 3.** Zona de estudio colonia Las Águilas y vivienda afectada, CDMX



**Fuente:** elaboración propia (2022). CC BY.

Por otra parte, se muestran las afectaciones reales acontecidas en dicho domicilio y el grado de riesgo inminente ante una catástrofe mayor

(figuras 4 y 5); por ello, es importante la visualización directa de la problemática, con la finalidad de conocer empíricamente las posibles repercusiones.

**Figura 4.** Afectaciones en la vivienda analizada



**Fuente:** Trejo (2021). CC BY-ND.

**Figura 5.** Afectaciones en la vivienda analizada



**Fuente:** Trejo (2021). CC BY-ND.

El método del modelo en principio se crea con la descarga gratuita de imágenes tipo ráster (ArcGis, 2016) de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA), con un nivel de detalle de 12,5 metros por píxel (NASA, 2022), las cuales serán la base para la implementación y ejecución del patrón preventivo.

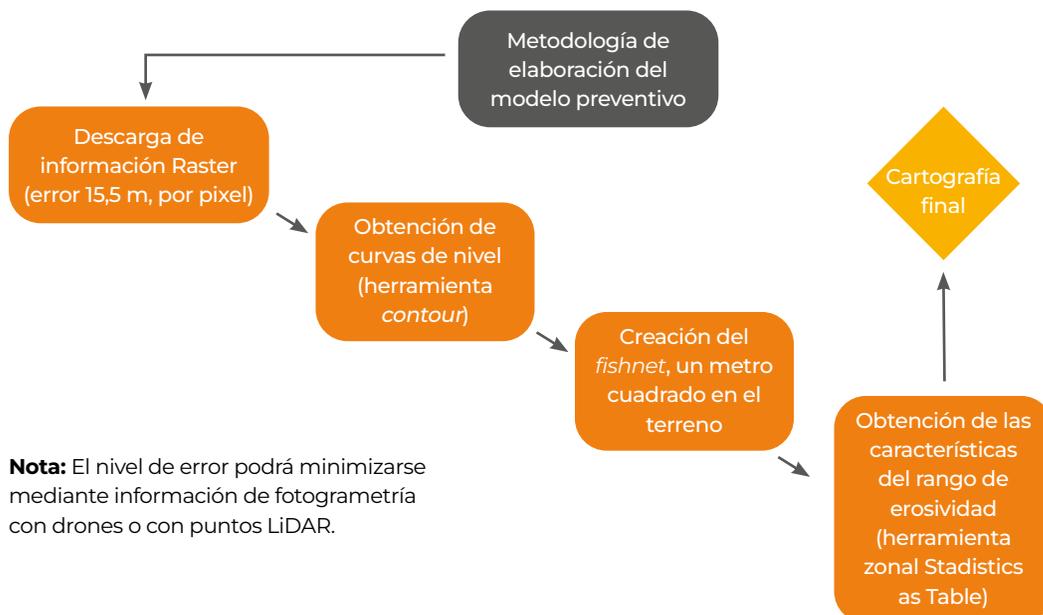
Posteriormente, se obtuvieron las curvas de nivel de la imagen ráster utilizando el Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcGis, con espaciado entre ellas de un metro directamente en el terreno, lo que destaca la importancia de la calidad del ráster debido al nivel de detalle de la geomorfología del área de estudio.

Seguidamente, se creó una malla (*fishnet*) que contendrá información de cada uno de los detalles geográficos y erosión de la zona de análisis.

Después, se generó una base de datos con la herramienta Zonal Statistics as Table, que contendrá rangos muy bajos, bajos, medios, altos y muy altos de la erosión por metro cuadrado.

El último paso de la metodología es unir la información de la *fishnet* con las estadísticas obtenidas en el paso previo, para complementar la información creada de manera general a lo largo de la metodología (figura 6).

**Figura 6.** Metodología para la creación del modelo en el SIG



**Fuente:** elaboración propia (2024). CC BY.

Lo anterior determina la alta importancia del resultado de los índices de riesgo con base en el grado de erosividad, ya que las características del terreno obtenidas de la NASA analizadas en SIG (Díaz et al., 2008) evidenciaron índices de riesgo con base en la profundidad de erosión, puntualizando que el índice anterior es uno de los más elementales para establecer resultados confiables; sin embargo, la utilización de otras variables hidrográficas,

edafológicas y geológicas, entre otras, mejorará el resultado final del modelo.

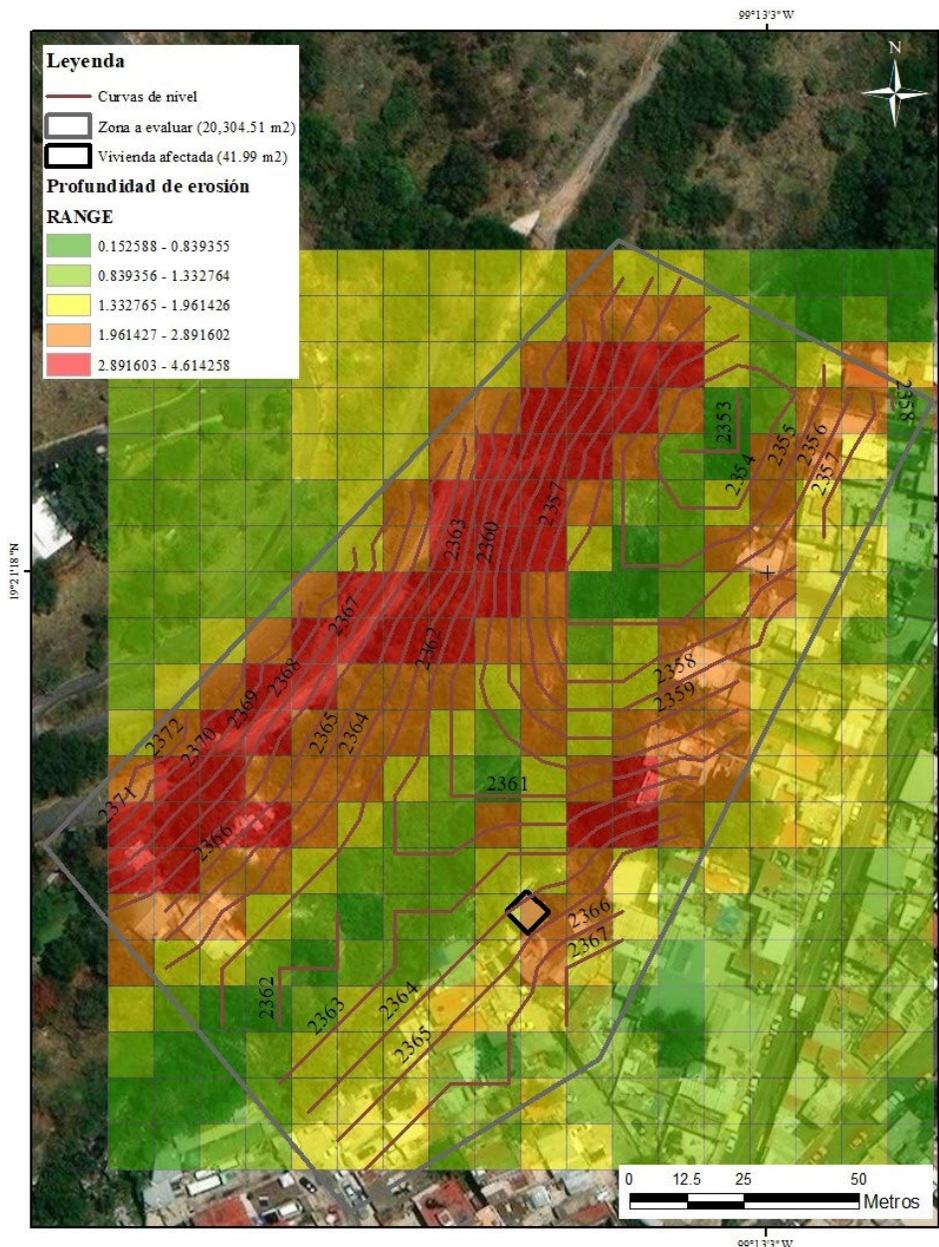
La conclusión del modelo final deberá ser interpretada por el autor, creando ajustes a los rangos de profundidad de erosión con el objetivo de ser equitativos, lo cual no deberá alterar el resultado cartográfico, precisando que el modelo podrá ser mejorado con muestras de laboratorio para reforzar la metodología utilizada.

## RESULTADOS

La evidencia del trabajo por medio de fotointerpretación y análisis cuantitativo con SIG es de gran aporte en la actualidad, el resultado de la metodología trabajada a lo largo del manuscrito muestra la importancia de ubicar zonas con riesgo alto según el grado de erosividad, apoyándose en todo momento en el nivel de resiliencia urbana existente en la zona de estudio.

El primer mapa resultante revela que el domicilio georreferenciado y evaluado (figura 7), contiene un alto grado de profundidad de erosión; inclusive, se observa lo abrupto de la pendiente con base en las curvas de nivel, lo cual, combinado con la precipitación, potencia la posibilidad de deslizamientos de tierra y afectaciones a la infraestructura del domicilio evaluado.

**Figura 7.** Rangos de profundidad de erosión y curvas de nivel, colonia Las Águilas

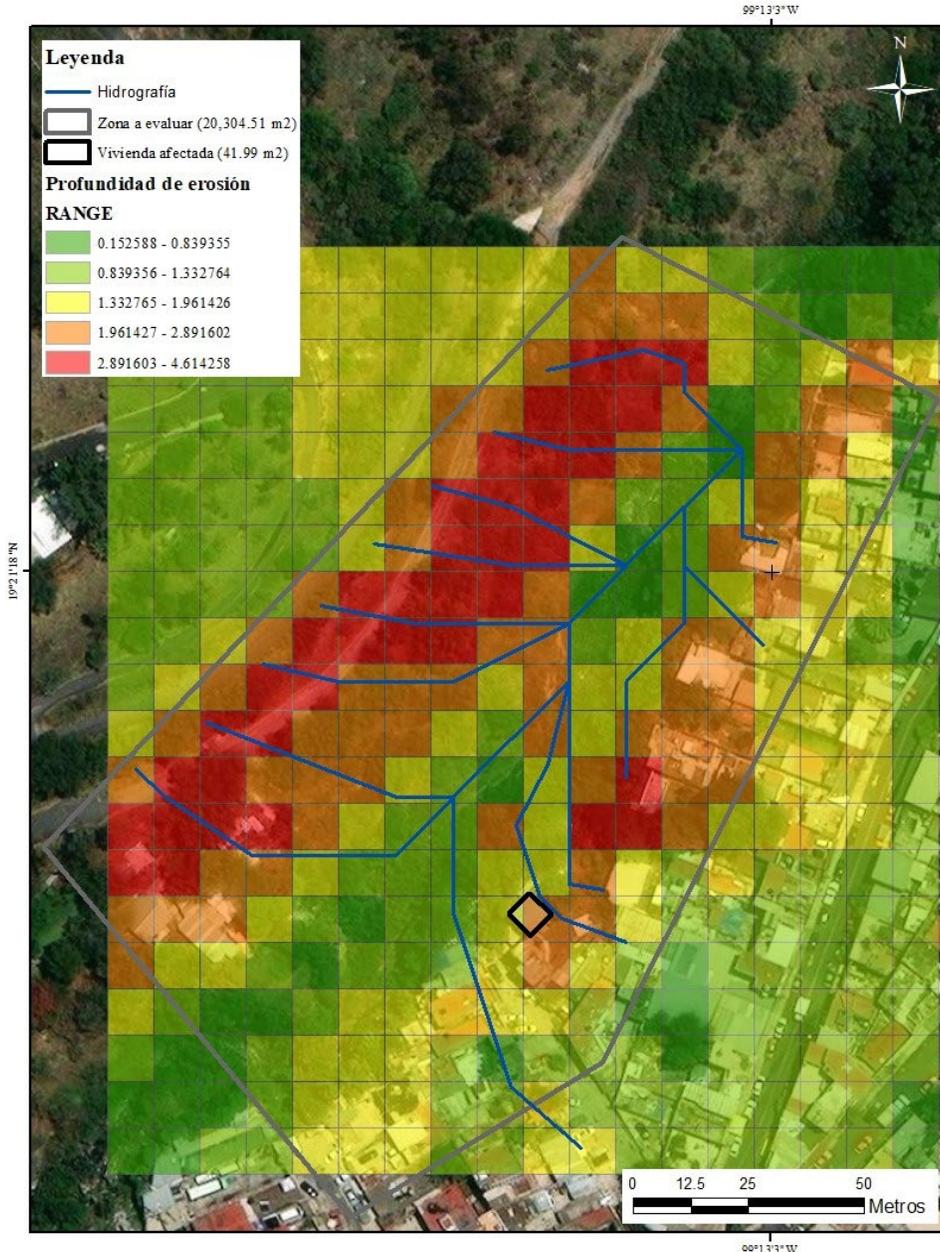


Fuente: elaboración propia (2022). CC BY.

El resultado del segundo mapa (figura 8) expone la reactivación de la red hidrográfica al existir precipitaciones en la zona examinada y, específicamente, en la vivienda

estudiada, observando que la construcción se encuentra muy cercana a una corriente de agua, lo cual potencializa los deslizamientos de tierra.

**Figura 8.** Rangos de profundidad de erosión e hidrografía, colonia Las Águilas



**Fuente:** elaboración propia (2022). CC BY.

El análisis de los dos mapas anteriores establece la posible instauración de algún reforzamiento de ingeniería civil y estudios geotécnicos en la estructura de la vivienda para evitar algún deslizamiento de tierra mayor (Suárez, 1998), con el objetivo de utilizar la resiliencia principalmente en beneficio de las personas que habitan dicho domicilio; sin embargo, en caso de que el riesgo sea tan alto que las características geográficas lo hagan

inhabitable, se deberá establecer algún tipo de reubicación consensuada.

Por otra parte, la generación de rangos de riesgo en zonas cercanas a la vivienda evaluada, según el resultado del modelo, podrá beneficiar la instauración de un posible aseguramiento perimetral con base en la profundidad de erosión, considerando otros aspectos como la pendiente, cantidad de precipitación y reactivación de la red hidrográfica.

## DISCUSIÓN

Actualmente, la herramienta geoinformática en México que contiene datos sobre protección al habitante ante posibles deslizamientos de tierra es el Atlas de Riesgos de la CDMX (Portal, 2022), el cual provee información de utilidad en cuanto a la zonificación de inestabilidad de laderas de manera general, obtenido del análisis de datos georreferenciados mediante un determinado espacio-tiempo.

Se constató en la literatura existente que el enfoque en la adaptación por medio de resiliencia urbana no debe ser la única solución ante algún riesgo, sino que también se debe trabajar en los aspectos cartográfico, arquitectónico, geográfico y urbano, los cuales permiten formular soluciones certeras y reales que puedan ser aplicadas a las zonas evaluadas, para afrontar los diversos riesgos latentes en la población.

Por lo anterior, la metodología realizada en el presente manuscrito podría sumar un mayor nivel de detalle en cuanto al grado de

erosividad y otras características geográficas, con el objetivo de implementar protección civil real a la población en riesgo; con la particularidad de que el grado de error existente, dependiendo de la metodología geoinformática utilizada, podrá disminuirse y el aporte cartográfico apoyará considerablemente una posible reestructuración urbana.

Es importante aclarar que el objetivo de la metodología y los resultados del presente artículo se centran en el aporte a diversos métodos cartográficos aplicables en México y en otros países, aportando mayor información y precisión por medio de técnicas utilizadas en SIG, fotogrametría a partir de drones y puntos LiDAR, entre otros, con la finalidad de forjar a futuro modelos preventivos perfectos que permitan evitar decesos en la población ante deslizamientos de tierra y otras afectaciones por desastres que ocurren en diversas partes del mundo.

## CONCLUSIONES

Los beneficios del modelo de la zona evaluada instituyen parámetros reales y medibles sobre el riesgo que presenta la población ante la posibilidad de un deslizamiento de tierra con base en la profundidad de erosión, la cual desgasta fuertemente la superficie de la tierra por acción mayormente antropogénica, puntualizando que en caso de existir lluvias extraordinarias es mayor el riesgo de presentar afectaciones de origen geomorfológico.

Es muy importante que la metodología implementada sea ejecutada en zonas donde las características del terreno sean evidentes en cuanto a un deslizamiento de tierra, recordando que es gratuita y se podrían cubrir grandes áreas de montaña a lo largo de la CDMX.

Los retos por superar con dicha modelación son su reforzamiento con posibles muestras en laboratorio para el modelamiento de procesos ante un posible deslizamiento (Mora, 2014), con el objetivo de conocer con precisión la composición geológica y edafológica; así mismo, es necesaria la visita constante a la zona examinada con el objetivo de realizar mediciones y contrastar los resultados del modelo elaborado.

Se debe aprovechar la resiliencia de la población por su enfrentamiento a catástrofes y al riesgo derivado de deslizamientos de tierra; sin embargo, no se deberá confiar solo en ello, ya que se deberán implementar mecanismos de protección a la población con base en las características geográficas del sitio por medio de modelos preventivos. Cabe precisar que dicha resiliencia urbana podría ser perjudicial en caso de presentarse algún deslizamiento que genere el deceso de personas habitantes de la zona en riesgo.

Por último, es importante mencionar que el rango de error de dicho modelo ejecutado en campo puede ser de 10 a 15 metros dependiendo de las características geomorfológicas del lugar; no obstante, al ser una metodología gratuita, es de gran valor su instauración e implementación en problemáticas reales que en la actualidad acontecen en la CDMX, en diversos lugares de la República mexicana y en distintas partes de América Latina, con el objetivo de prevenir y no solo resarcir el daño en las viviendas.

## REFERENCIAS

- Aceves-Quesada, J., Legorreta-Paulín, G., Lugo-Hubp, J., Umaña-Romero, J., & Legorreta-Cuevas, H. (2016). Sistemas de información geográfica y cartografía geomorfológica aplicados al inventario de deslizamientos y cartografía de susceptibilidad en la cuenca del río El Estado, Pico de Orizaba, México. *Investigaciones geográficas*, (91), 43-55. <http://www.investigacionesgeograficas.unam.mx/index.php/rig/article/view/46503>
- Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA). (2022). *Earth Data*. <https://search.asf.alaska.edu/#/>
- ArcGis. (2016). *¿Qué son los datos ráster?* Esri ArcMap. <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm>
- Arner-Reyes, E. (2013). Resiliencia urbana: La adaptación a corto plazo para la recuperación a largo plazo después de las inundaciones en Canadá. *Ciencia en su PC*, (1), 52-65. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181326400005>
- Cortés-Ortiz, M., Hernández-Santana, J., & Aguilar-Martínez, A. (2021). Susceptibilidad a procesos de remoción en masa: Aproximación metodológica para la construcción de un índice de amenaza en Álvaro Obregón-Ciudad de México. *Entorno Geográfico*, (21), 47-76. <https://doi.org/10.25100/eg.v0i21.11291>
- Díaz-Rivera, J., Pérez-Costa, D., Rodríguez-Álvarez, Y., & Febles-González, J. (2008). Determinación de índices de erosión de suelos aplicando análisis SIG para la localidad de San Andrés en la provincia de Pinar del Río. *Revista Chapingo*, 14(1), 15-19. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-40182008000100003&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182008000100003&lng=es&tlng=es)
- Duque-Gutiérrez, M., & Quintero-Olaya, J. (2013). La gestión integral del riesgo en territorios urbanos. *Nova*, 11(20), 121-127. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-24702013000200012&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702013000200012&lng=en&tlng=es)
- García-Vesga, M., & Domínguez-de la Ossa, E. (2013). Desarrollo teórico de la resiliencia y su aplicación en situaciones adversas: Una revisión analítica. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 11(1), 63-77. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-715X2013000100003&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-715X2013000100003&lng=en&tlng=es)
- Gómez-Colorado, O., Horfán-Álvarez, D., & Londoño-Ciro, L. (2018). Análisis multicriterio SIG basado en momentos de orden superior normalizados para el cálculo de superficies de viabilidad ambiental. *Ingenierías USBMed*, 9(1), 49-57. <https://doi.org/10.21500/20275846.3300>
- Metzger, P., & Robert, J. (2013). Elementos de reflexión sobre la resiliencia urbana: usos criticables y aportes potenciales. *Territorios*, 28, 21-40. <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/territorios/article/view/2550>
- Mora, R. (2014). Contribución del laboratorio de geomecánica de la ECG-UCR al estudio de los deslizamientos en Costa Rica: los últimos 25 años. *Revista Geológica de América Central*, 1(número especial), 39-44. <https://doi.org/10.15517/rgac.v0i0.16548>
- Pacheco-Moreno, S., & Lewis-Concepción, A. (2007). Los deslizamientos progresivos como grandes destructores ambientales. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 11(42), 033-037. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-48212007000100006&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212007000100006&lng=es&tlng=es)
- Pacha, J., & Villamarín, G. (2018). Resiliencia urbana en ciudades intermedias de América Latina. *Medio Ambiente y Urbanización*, 88(1), 11-28. <https://www.ingentaconnect.com/contentone/iieal/meda/2018/00000088/00000001/art00002#>
- Páez, L., & Ornes, S. (2019). La resiliencia urbana: ¿Condición, proceso o fin? Reflexión para avanzar en la gestión integral de riesgo de desastres en ciudades. *Tekhné*, 22(3). <https://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/index.php/tekhne/article/view/4460>
- Portal Atlas de Riesgos de la CDMX. (2022). *Atlas de Riesgos de la CDMX*. <https://www.atlas.cdmx.gob.mx/analisisn2/>

Rivera-González, O. (2022). Inestabilidad de laderas y metodología para la reparación del daño y concientización, Santo Tomás Chautla, Puebla, México. *Revista Científica GeoLatitud*, 5(1), 44-54. <https://geolatitud.geoenergia.gob.ec/ojs/ojs/index.php/GeoLatitud/article/view/117/102>

Suárez, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos. <https://desastres.medicina.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0101/doc0101.pdf>

Suárez-Lastra, M., & Delgado-Campos, J. (2007). La expansión urbana probable de la Ciudad de México. Un escenario pesimista y dos alternativos para el año 2020. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 22(1), 101-142. <https://estudiosdemograficosyurbanos.colmex.mx/index.php/edu/article/view/1295>

Trejo, Y. (2021, 03 de octubre). Desalojan a 13 personas por deslave en alcaldía Álvaro Obregón. *Periódico AS*. [https://mexico.as.com/mexico/2021/10/04/actualidad/1633307689\\_586118.html](https://mexico.as.com/mexico/2021/10/04/actualidad/1633307689_586118.html)



# Método constructivo para una arquitectura vernácula en La Yerbabuena, Jalisco, México

## Construction Method for a Vernacular Architecture in La Yerbabuena, Jalisco, Mexico

Recibido: agosto 24 / 2021 • Evaluado: octubre 24 / 2024 • Aceptado: marzo 14 / 2024

### CÓMO CITAR

Robles-Ponce, A. A., Martín del Campo-Saray, F. J., & Armendáriz-López, J. F. (2024). Método constructivo para una arquitectura vernácula en La Yerbabuena, Jalisco, México. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(2), 135-150. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.4184>

Alma-Alicia Robles-Ponce\*

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico  
José Mario Molina Pasquel y Henríquez (México)  
Escuela de Arquitectura  
Unidad Académica El Grullo

Francisco José Martín del Campo-Saray\*\*

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico  
José Mario Molina Pasquel y Henríquez (México)  
Escuela de Arquitectura  
Unidad Académica El Grullo

José Francisco Armendáriz-López\*\*\*

Universidad Autónoma de Baja California (México)  
Facultad de Ciencias de la Ingeniería y la Tecnología  
Unidad Valle de Las Palmas

### RESUMEN

En La Yerbabuena, Jalisco, México, destaca una tipología de construcción con base en materiales vernáculos. Las personas de esta comunidad han perdido la costumbre de utilizar este tipo de materiales por pensar que son de baja calidad y reducen el estatus social y económico, por consiguiente, el objetivo de investigación fue indagar sobre métodos constructivos que existen en esta comunidad, para proponer un método constructivo vernáculo que brinde información a los habitantes de este lugar e incitar a que exista el gusto por conservar y construir las viviendas con este método arquitectónico. La investigación que se realizó fue de tipo analítica y propositiva, en el contexto histórico de las viviendas edificadas en La Yerbabuena, de la región de la Sierra de Amula, Jalisco. Como conclusión, se señala que las casas vernáculas que prevalecen en La Yerbabuena tienen de 100 a 120 años de antigüedad y sus usuarios mencionan que brindan confort térmico, acústico, de iluminación y ventilación natural, lo que propicia que recomienden ampliamente este sistema constructivo con base en su experiencia habitable.

### Palabras clave:

arquitectura vernácula; materiales naturales; patrimonio edificado; sustentabilidad; vivienda sana

## ABSTRACT

In La Yerbabuena, Jalisco, Mexico, a building typology based on vernacular materials stands out. The people of this community have abandoned the habit of using these materials because they think they are low quality and detrimental to social and economic status. Therefore, the research purpose was to investigate existing construction methods in this community, in order to propose a vernacular construction method that provides information to the inhabitants and encourages them to appreciate and build homes with this architectural method. An analytical and propositional research was conducted, within the historical context of homes built in La Yerbabuena, in the region of Sierra de Amula, Jalisco. In conclusion, it is noted that the vernacular houses prevailing in La Yerbabuena are between 100 to 120 years old. Their users mention that these houses provide thermal, acoustic, and lighting comfort, and natural ventilation, which leads them to strongly recommend this construction system based on their living experience.

### Keywords:

vernacular architecture; natural materials; built heritage; sustainability; healthy housing

- ✦ Arquitecta, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Escuela de Arquitectura, Unidad Académica El Grullo, (México)  
◆ <https://scholar.google.com.mx/citations?user=cmUy-5QAAAAJ&hl=es>  
ID <https://orcid.org/0000-0001-9243-2270>  
✉ [poncealma67@gmail.com](mailto:poncealma67@gmail.com)
- ✦✦ Arquitecto, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Escuela de Arquitectura, Unidad Académica El Grullo, (México)  
Doctor en Arquitectura, Universidad de Colima, México  
◆ [https://scholar.google.com/citations?user=uefHA\\_4AAAAJ&hl=es&oi=ao](https://scholar.google.com/citations?user=uefHA_4AAAAJ&hl=es&oi=ao)  
ID <https://orcid.org/0000-0001-7211-5366>  
✉ [francisco.martindelcampo@elgrullo.tecmm.edu.mx](mailto:francisco.martindelcampo@elgrullo.tecmm.edu.mx)
- ✦✦✦ Arquitecto, Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias de la Ingeniería y la Tecnología, Unidad Valle de Las Palmas, (México)  
Doctor en Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, México  
◆ <https://scholar.google.com/citations?user=HHagqksAAAAJ&hl=es&oi=ao>  
ID <https://orcid.org/0000-0001-6705-4028>  
✉ [farmedariz@uabc.edu.mx](mailto:farmedariz@uabc.edu.mx)

## INTRODUCCIÓN

El propósito de este estudio es aportar un método constructivo de arquitectura vernácula a la comunidad rural de La Yerbabuena que pertenece a la región Sierra de Amula en el estado de Jalisco, México. Este tema es importante para el desarrollo de la investigación porque se cree que existe una variedad constructiva de materiales que solían utilizar las personas en el pasado, debido a que no se procesaban los materiales o no se encontraban en la región, por lo que era necesario implementar métodos correspondientes al material que utilizaban con el fin de ofrecer la resistencia y durabilidad necesarias, como es el caso del adobe o de la piedra.

Mencionado lo anterior, se analiza con respecto a los métodos constructivos que componen una arquitectura vernácula, se indaga sobre las características que participan de forma directa o indirecta en esta tipología constructiva de vivienda. Estos métodos constructivos suelen tener más popularidad en zonas rurales donde no existe la oportunidad de transportar materiales vanguardistas o simplemente no se cuenta con los recursos económicos suficientes para la obtención y la compra de materiales modernos.

El estudio puede contribuir a retomar la arquitectura vernácula que al 2020 se encuentra poco abordada en esta región y se aporta un método constructivo moderno utilizando materiales vernáculos, pero adecuándolos para que cumplan los requerimientos de bienestar, confort y eficiencia energética que habitan un espacio arquitectónico. De acuerdo con esto, se cree que la arquitectura vernácula y la utilidad de los materiales de la región de la Sierra de Amula tienen relación con la arquitectura bioclimática del siglo XXI; asimismo, puede propiciar que los habitantes del medio rural tengan una vivienda con mayor confortabilidad y a un precio económico accesible.

Por otra parte, se intenta generar conciencia y responsabilidad en los habitantes de la localidad hacia el medio ambiente, respecto a la forma adecuada de utilizar los materiales de construcción y sobre la importancia de seguir un proceso ordenado de edificación, sin necesidad de compras excesivas de materiales que puedan crear una arquitectura ostentosa y sin los conceptos básicos de habitabilidad.

Se reflexiona que los materiales constructivos nuevos pueden resolver las necesidades de edificación en lugar de los que ya existían, aunque las construcciones han perdurado durante muchos años. El uso de materiales naturales se ha perdido, en parte porque los habitantes consideran que son pobres y de poca eficiencia para el uso de la construcción. Aunado a lo anterior, se cuestiona que los materiales

constructivos clásicos, como la piedra, madera y adobe, ya no garantizan la habitabilidad de una edificación en cuanto a salud, seguridad y confort.

### Estado del arte

En este apartado se presentan autores referentes y estudios sobre el tema desarrollado, con el propósito de brindar un sustento teórico a la parte metodológica y de que se aprecie la importancia de la revisión de literatura para estos fines.

Monterrubio (2015) cita el significado que la UNESCO (2008) le da a la arquitectura vernácula “la arquitectura vernácula de los pueblos originarios de América constituye una parte fundamental del paisaje cultural iberoamericano, entendido éste, como un bien cultural que representa las obras conjuntas del hombre y la naturaleza” (p. 40).

Por su parte, de los Reyes y de los Ángeles (2020) señalan que diversos valores arquitectónicos se han desatendido, ya que un proyecto surge como respuesta a la pérdida del conocimiento, y uso de técnicas y procesos constructivos vernáculos y tradicionales de México. Dada su riqueza enorme, se busca recuperarlos y revalorarlos por sus cualidades, características y propiedades que, además de sus valores sustentables, contribuyan a la construcción de una identidad cultural.

En este sentido, se considera que es de suma importancia tratar de recuperar la identidad de un pueblo, de una plaza pública, de una vivienda, aspectos que contribuyen a la personalidad y esencia de su comunidad.

Desde otra perspectiva, se muestran los resultados previos surgidos del estudio de un edificio histórico doméstico en tierra al emplear herramientas teóricas y metodológicas desarrolladas en el ámbito de la Arqueología de la Arquitectura. El caso abordado corresponde a una vivienda rural popular construida durante la segunda mitad del siglo XIX, en la región de Los Valles de la provincia argentina de La Rioja, con continuidad de uso. El estudio fue realizado con el empleo de un método estratigráfico de alzados, la tipología de vivienda rural y el análisis de las técnicas constructivas variadas (Rolón & Rotondaro, 2010, p. 213)

A su vez, Rodríguez (2017, p. 9) señala que la vivienda vernácula ha sufrido mutaciones con el objeto de adecuarla a los nuevos estándares modernos de bienestar y confort, alterando el diseño de la tipología tradicional con la sustitución de formas y materiales diferentes a los originales, como el utilizado en las cubiertas, o agrandamiento de puertas y ventanas, cerra-

miento de portales, eliminación de espacios como el granero, que inicialmente servía para almacenar productos agrícolas, convertidos en algunos casos en improvisadas cocheras para albergar al vehículo de la familia, etc.

Por otro lado, León (2015) opina acerca de la arquitectura vernácula y su relación con la economía y menciona que la tipología arquitectónica es la característica común de un grupo de edificaciones que tienen los elementos y los conjuntos arquitectónicos entre sí. El estudio del diseño tipológico de la arquitectura vernácula relaciona a la economía, los medios de producción, como parte del ámbito económico, inciden en la caracterización tipológica del espacio de trabajo en la vivienda rural. Al transformar los modelos productivos tradicionales, el habitante demanda requerimientos tecnológicos, materiales y espaciales que permiten adecuar la vivienda a sus necesidades básicas.

El estudio de las características de la arquitectura vernácula rural posibilita conocer los aspectos del diseño icónico, como la solución a las demandas de habitabilidad, basados en factores del diseño pragmático. Es importante considerar ese concepto como parte fundamental de la razón de ser de las edificaciones, ya que se observa un incremento en el grado de insatisfacción del usuario en el espacio arquitectónico en el que habita.

Por su parte, Córdova (2013) refiere que una de las características de la arquitectura vernácula es que se trata de un resultado de la práctica. Si ese conocimiento deja de transmitirse o simplemente no se trabaja, la consecuencia que se observa es la transformación de los procesos por quienes los ejecutan. El albañil o constructor pierde la tradición constructiva de mano de obra debido a la influencia de factores diferentes que tienen que ver con la cultura del sistema constructivo.

Por su parte, Burga (2020) refiere que la fachada de las viviendas en la arquitectura vernácula se caracteriza por estar a plomo con elementos arquitectónicos como puertas, ventanas, balcones, cubierta de estilos y/o tipos diferentes; también está identificada por una textura, color y escala. La fachada es coronada por cornisas en forma escalonada a manera de pirámides bajo las cuales sobresalen los colores rosado y celeste; son los predilectos, y dan frescura en ventanas, puertas, balcones, aleros de madera y teja natural.

Para Narvárez (2015, p. 5) la arquitectura vernácula es el reflejo de la tradición e identidad de un sector específico. Este reflejo es influenciado por medios externos que afectan al modo de vida de los habitantes e incide en su forma de habitar.

Sobre lo anterior, se entiende que existen influencias de las personas sobre las construc-

ciones, sobre todo cuando se trata de un familiar adulto mayor, pues muchas veces consideran que los métodos constructivos tradicionales son los mejores, cuestionan los métodos alternativos que pudieran perfeccionar la edificación, y esto es algo que continuamente se aprecia tanto en la población rural como en la urbana; sin embargo, se debe concientizar a las personas sobre las ventajas y oportunidades de mejora de materiales innovadores que conserven la hegemonía de la arquitectura vernácula y esa es la función principal de quien se dedica a la restauración y adecuación de bienes patrimoniales.

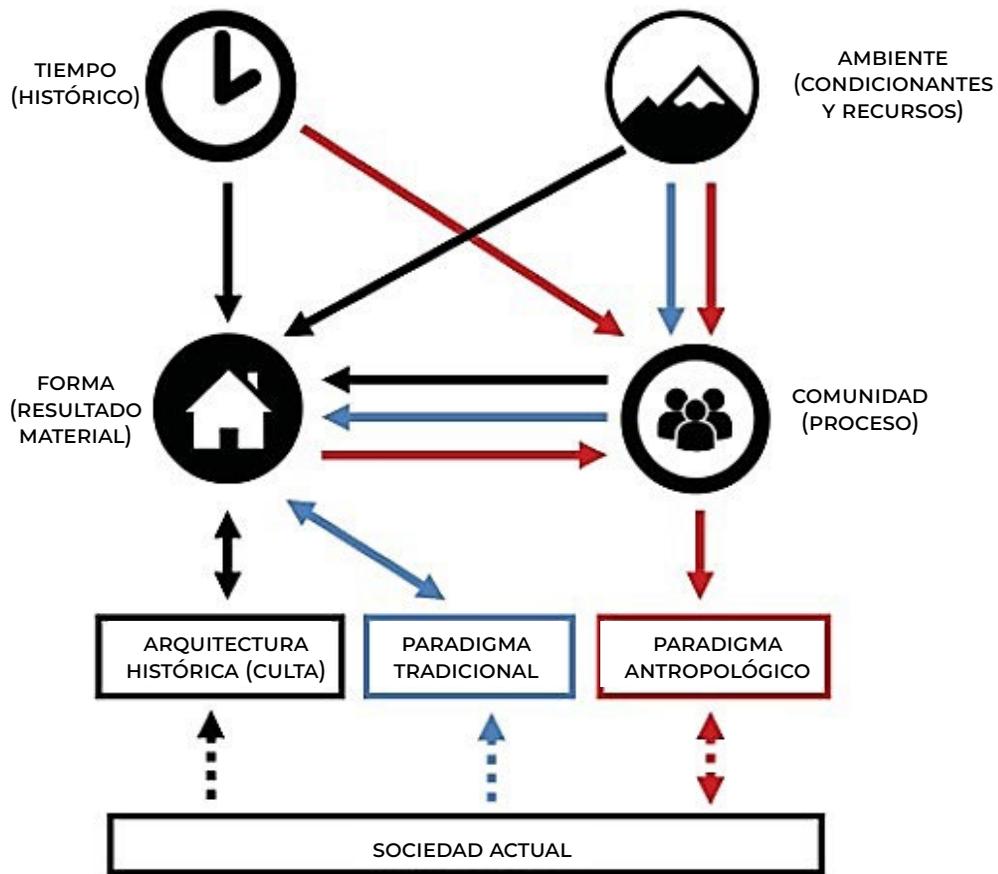
Por su lado, Bedoya (2011) menciona que la arquitectura vernácula es aquel tipo de arquitectura que ha sido proyectada por los habitantes de una región o periodo histórico determinado mediante el conocimiento empírico, la experiencia de generaciones anteriores y la experimentación. Usualmente, este tipo de construcciones son edificadas con materiales disponibles en el entorno inmediato “El acto de habitar”, surge espontáneamente como una respuesta del hombre a las condiciones del medio externo que debe enfrentar para construir sus viviendas, que aporta parámetros propios y locales de autoconstrucción, y crea de este modo tipos de configuraciones arquitectónicas y urbanas básicas que orientaron al desarrollo de sociedades al crear patrones de accesibilidad al medio natural.

A su vez, Pérez (2018, p. 74) define la arquitectura vernácula como el conjunto de obras construidas en las cuales una comunidad reconoce los valores materiales e inmateriales específicos y genuinos, que caracterizan su identidad antropológica cultural a lo largo del tiempo, como se muestra en la figura 1.

Otra investigación al respecto es la realizada por Leal (2006) sobre la adecuación al entorno rural de la vivienda vernácula en la reserva de la biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. Hizo una comparación entre dos poblaciones, El Cielo y Sierra La Laguna, en la primera menciona que existen tres tipos de vivienda: la de madera, madera con piedra y madera con barro, además, de la inclusión de un tipo adicional de adobe tecnificado. Mientras que en la reserva Sierra La Laguna, las edificaciones son de madera, de cerco chíname con o sin barro.

Por otro lado, Martínez (s.f.), en su estudio menciona que la arquitectura vernácula es la primera y más antigua construcción de la humanidad, que manifiesta en su forma y composición las necesidades básicas para la supervivencia del ser humano, que cambia constantemente su forma y su significado debido a la convivencia con otras culturas. Es aquí donde la arquitectura vernácula no solo se convierte en algo material, sino también significativo.

**Figura 1.** Esquema de tiempo, ambiente, forma y comunidad



Fuente: Pérez (2018, p.74).

A su vez, Rivero (2013) describe que la arquitectura vernácula mexicana, como en cualquier otro país, es la expresión de las tradiciones, formas de vida, costumbres, integración y aprovechamiento sostenible de los recursos de la región, como expresión del medio rural tradicional tan querido y añorado del que todos se sienten orgullosos y del que todos, o la gran mayoría, se vanaglorian y poseen un sentido de identidad con su lugar de origen.

Desde otra perspectiva, Cordero (2015) concluye que la vivienda vernácula es la tradición regional auténtica heredada, nacida entre los pueblos como una expresión directa e inconsciente de formas físicas de una cultura, que surge en respuesta a su necesidad de habitar, que crea las mejores soluciones de adaptación al medio y busca de esta manera el ambiente ideal de un pueblo.

Otro autor sobre el tema mencionado señala que por las necesidades mismas de los habitantes de suelo rural, la arquitectura vernácula se refiere fundamentalmente a *casa habitación*, pero en la medida en la que crecen los poblados aparecen construcciones de carácter civil y religioso, resultantes a su vez de una organización política interna (Montero, s.f.).

Aunado a lo anterior, la arquitectura es parte integral de la cultura y esta pertenece a un grupo humano ubicado en un sitio determinado. El

hombre aporta sus costumbres, el sitio aporta los recursos. Así, la arquitectura de cada lugar debería ser única, pues únicos son la sociedad y el lugar donde se produjo (King, 2001, p. 4)

Ahora bien, para la construcción de este tipo de arquitectura los materiales más comúnmente utilizados son: varas, carrizos, barro, palma, adobe, sillar, cantera, piedra de rostro y troncos de madera.

**Varas, carrizos, barro y palma:** se usan para construir jacales, se fabrican y llevan un armazón de troncos y varas gruesas, las paredes son de carrizos o varas y se cubren con palma, palmito, zacate, etc., según sea la flora local; generalmente, tienen una puerta y no cuentan con ventanas.

**Adobe:** se encuentra en viviendas con techos de dos aguas y techos planos de terrado. Su uso estuvo muy extendido por la cercanía de la materia prima y lo económico de su elaboración. El adobe se seca al aire, agregándosele paja y estiércol de burro o de caballo.

**Sillar:** es una roca que fue usada para construir viviendas y casas grandes de haciendas.

**Cantera:** es una roca sedimentaria de mayor consistencia que el sillar, se extrae de las riberas de ríos y montañas.

**Piedra de rostro:** es tan firme que no se puede labrar, pero se fragmenta en forma cúbica o de losas para la construcción.

**Troncos de madera:** se tienen a la mano en muchos lugares de bosque y semidesérticos, útiles para estructuras y muros de viviendas antiguas y modernas (King, 2001 p. 14).

Siguiendo con referentes de este tema, se realizó un proyecto que surge como respuesta a la pérdida del conocimiento y del uso de sistemas, procesos constructivos vernáculos y tradicionales en México. Dada su riqueza, se busca recuperarlos y revalorarlos por sus cualidades, características y propiedades, que además de sus valores sustentables contribuyen a la construcción de una identidad cultural (de los Reyes & de los Ángeles, 2020).

Por su parte, Calel (2020) en su tesis hace énfasis en la arquitectura vernácula de San Juan Comalapa, México, y menciona que el origen de la arquitectura habitacional de este lugar se da en épocas prehispánicas acorde a la historia de su pueblo, el cual estaba asentado en este lugar desde varios siglos antes de la venida de los españoles; por ello, en cuanto a la vivienda se encuentran muchos elementos que recuerdan la mezcla de la arquitectura maya con la española. Entre los elementos que se amalgamaron se mencionan:

1. La ejecución de plantas y distribución de espacios rectangulares en un diseño simple.
2. La utilización de materiales naturales como piedra, caña de bambú, madera y paja en sus viviendas.
3. El uso del temazcal o baño de vapor.
4. Construcción con cimientos de piedra.
5. Disposición de áreas de cultivo dentro del terreno.
6. Utilización de cal (Calel, 2020).

De acuerdo con lo señalado, se toma en cuenta la información obtenida para diseñar el modelo constructivo de arquitectura vernácula en la zona de estudio que, a su vez, sirva como ejemplo para sus habitantes y regiones cercanas.

Por su lado, García et al. (2018) parten de una comparación de dos zonas turísticas, la Ruta del Vino y la Ruta del Tequila, en México, con base en la hipótesis de que en ambas rutas temáticas la arquitectura funciona como un vehículo legitimador y que cada una expone un significado diferente de “lo vernáculo”, a través de una diversidad de tipologías producidas que persiguen el mismo fin: atraer al turismo.

Bruggmann (2016) menciona la posibilidad de conjugar la arquitectura vernácula con la arquitectura bioclimática, lo cual tiene mucho sentido y se puede lograr debido a que la arquitectura bioclimática busca desarrollar un proyecto determinado y utiliza los recursos naturales a su favor, como el viento, la luz solar, los olores, espacio visual, mientras que

la arquitectura vernácula busca utilizar materiales de construcción típicos de una región determinada. Ambos tipos de arquitectura se pueden complementar de una manera única y funcional en diversos sentidos, como la ventilación cruzada, la orientación de la vivienda y el aprovechamiento de energía solar.

Se coincide con Bruggmann (2016) quien señala que la arquitectura vernácula indudablemente es la más sustentable de todas, lo comprueban ejemplos edificados de comunidades en el mundo que conservan su tipología constructiva tradicional desde el siglo XVIII y utilizan estrategias bioclimáticas para adecuar su refugio a las demandas particulares del clima local.

A su vez, Cibrian (2006, p. 8) señala que la arquitectura vernácula es la expresión de valores históricos y auténticos reconocidos por una comunidad, que responden directamente a necesidades del medio ambiente cultural, físico y económico, y se conoce como una arquitectura local o regional. Las estructuras, las formas y los materiales de construcción están determinados por el clima, la geología, la geografía, la economía y la cultura local.

De acuerdo con lo anterior, se entiende que la evolución va en función de cambios culturales, sociales, económicos y de materiales constructivos. Para no romper la continuidad de las tradiciones locales o regionales, la arquitectura contemporánea se inspira en los valores tradicionales de la arquitectura vernácula.

Por otro lado, se define la arquitectura vernácula como la arquitectura tradicional latinoamericana, anónima y sin arquitectos; constituye una arquitectura rica y diversa, firmemente arraigada a su contexto geográfico y cultural. Surge de manera natural y directa como respuesta a las necesidades del hábitat que imponen las condiciones del medio. Aporta así, soluciones sencillas pensadas con sentido común y racionalidad constructiva (Dávila, 2020 p. 5).

Desde otro ángulo, Ojos (2015) en su tesis doctoral habla sobre la arquitectura vernácula con la perspectiva de grandes autores, arquitectos de renombre; toda la información recopilada es con base en lo que ellos seleccionaron de acuerdo con el tema de investigación y la evolución de la arquitectura vernácula.

Su trabajo habla de la evolución de la arquitectura vernácula alrededor del mundo y de los estilos arquitectónicos. Menciona que la arquitectura vernácula es mejor conocida como “arquitectura sin arquitectos”, y que en todo el mundo existen construcciones vernáculas, construcciones antiguas con una gama de materiales típicos de la región y con características relacionadas con el lugar de origen. Menciona autores que investigan y fotografían viviendas con características vernáculas a fin de

exponerlas y dar a conocer la evolución de la construcción.

Sobre lo mencionado por Ojos (2015), se analiza la importancia de la conservación de materiales constructivos originales de acuerdo con su estructura, función y estética, y si son saludables y seguros para los habitantes de una vivienda y como resultado se toma la decisión de modificar las condiciones de la vivienda; y en su mayoría, sin la supervisión de un restaurador, ingeniero o arquitecto. En este tipo de construcciones es nulo el porcentaje de la población que busca la asesoría y el apoyo de un experto en la materia, sobre todo por las condiciones económicas que esto conlleva.

Al respecto, Canivell y Pastor (2018 p. 138) realizaron una investigación con el objetivo de dar a conocer los métodos constructivos vernáculos de Argentina, los cuales tienen como material primordial la tierra cruda, para lo cual separa su investigación en parámetros analizados que se organizan en cuatro categorías: 1) caracterización arquitectónica y constructiva, 2) estado de conservación, 3) riesgos y 4) percepción de los agentes. Las tres primeras son técnicas cuantitativas y la última recoge los datos cualitativos de distintos informantes clave o agentes vinculados al uso de los bienes o a la toma de decisiones respecto de ellos.

A su vez, Calderón (2020, p. 10) señala que en México la búsqueda de identidad ha sido una constante a lo largo de su historia. En 1910, en el marco de la Revolución mexicana, además de significar la culminación de la dictadura de Porfirio Díaz, también marcó el rompimiento con la influencia europea, lo cual determinó un cambio en la forma de pensar y hacer arquitectura en el país.

Por su lado, Monterrubio (2015, p. 39) diseñó un proyecto arquitectónico para la Sierra Alta en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental mexicana. La propuesta tiene dos vertientes: la creación de espacios comunitarios —salón de reuniones, lavaderos compartidos y taller de autoconstrucción— y la posibilidad de mejora de la misma vivienda vernácula, a través del saneamiento, ampliación y diversificación de los espacios existentes. El sustento formal del proyecto se realizó con la incorporación de objetos cotidianos ancestrales con la autogestión y evaluación de las mismas comunidades, se pretendió que la iniciativa tuviera un carácter abierto y democrático.

Según Fernández (2009), la arquitectura vernácula en México suele caracterizarse por una adaptación importante a las condiciones del medio natural: clima, relieve y disponibilidad de materias primas para la construcción. Así se tiene, por ejemplo, en el estado de Chiapas, la vivienda tradicional de chujes y jacaltecos, la cual es similar a la del resto de la zona maya. La construyen con ayuda de parientes y amigos. Por lo general, las casas son de planta rectangular de cuatro por seis metros, aproximadamente. Los

muros son de bajareque, las cubiertas se hacen de paja en las zonas templadas y de palma en las cálidas. En el centro de la habitación se encuentra el fogón de tres piedras, alrededor del cual se dispone el resto del mobiliario que consiste en mesas para comer o para el molino, sillas y bancos de madera, trasteros y camas de tablas. En algunas casas hay una construcción anexa que sirve como dormitorio, pero se deja principalmente para cocina.

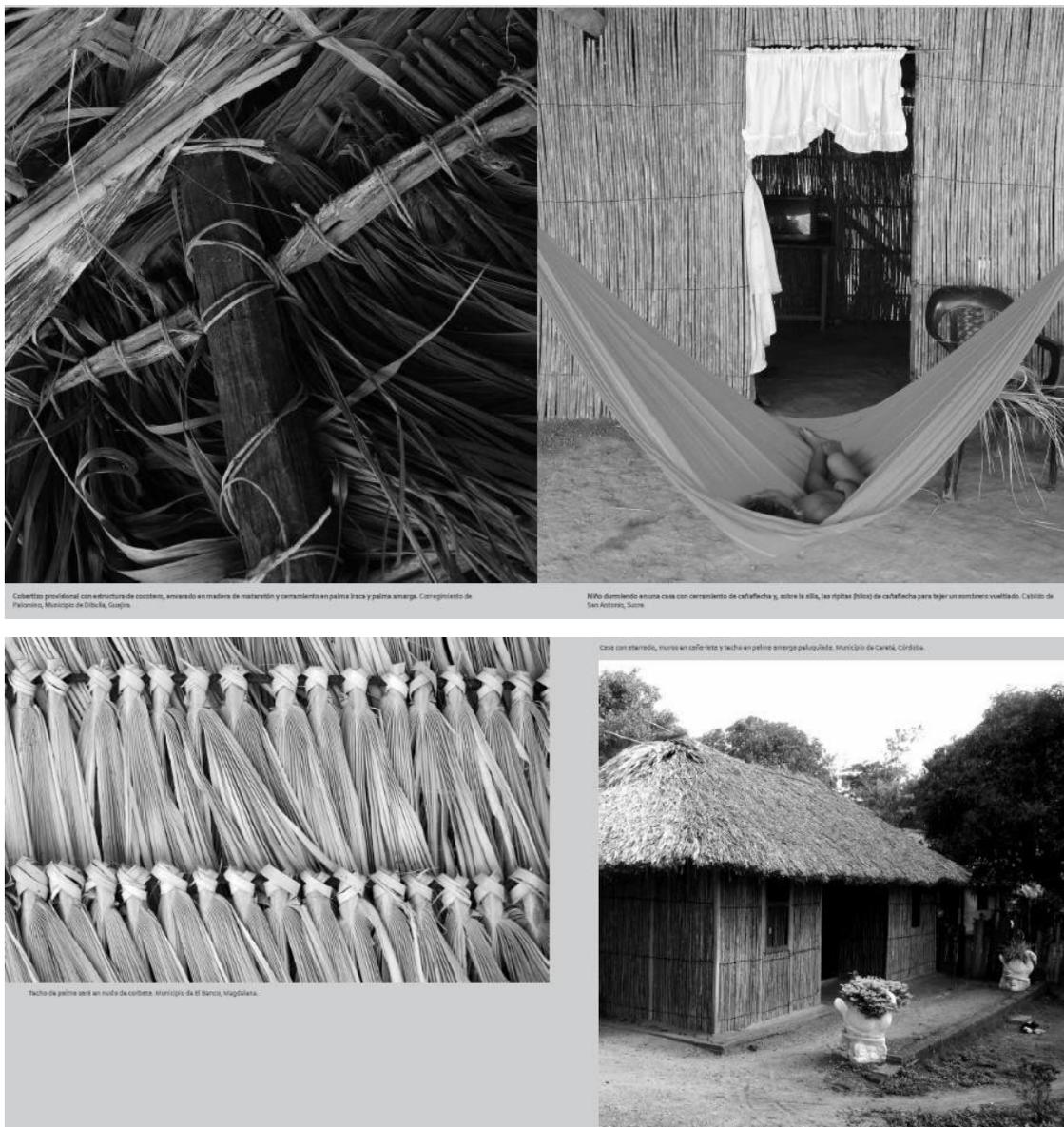
En su explicación, Fernández (2009) hace mención a que pese a todos los esfuerzos realizados y las recomendaciones, la arquitectura vernácula muestra signos de deterioro, alteraciones y destrucción. De acuerdo con lo anterior, la arquitectura vernácula depende de:

- Utilizar materiales renovables y locales.
- Una ventaja al utilizar este tipo de materiales es que al final de su vida útil se reintegra al ecosistema natural.
- No altera modos de vida y patrones tradicionales.
- Ofrece expectativas a largo plazo coherentes con la protección del medio ambiente.
- Depende exclusivamente de la economía local o regional.
- Es individual o colectiva, siempre con la participación del usuario o la comunidad.

En esta perspectiva, Falcón (2008) menciona la construcción de viviendas con tierra cruda como materia prima, este tipo de construcción no afecta el medio ambiente y no implica gastos energéticos para su elaboración y transformación edilicia. Se trata de construcciones en las que el tamaño de los adobes, el diseño de los sistemas constructivos, las dimensiones de los espacios, las relaciones de vanos y macizos, los dinteles en platabanda, los cuescomates, hornos y temazcales, entre muchos otros rasgos tipológicos, manifiestan la supervivencia de una arquitectura que ha demostrado durante siglos ser plenamente armónica con su entorno.

Por su lado, Anzellini (2016) muestra algunas tipologías de arquitectura vernácula y da a conocer una serie de fotografías que representan estas obras arquitectónicas. El autor señala que por su topografía y su posición geográfica en el territorio colombiano se presenta una gama amplia de climas y ecosistemas. Por su condición histórica, en Colombia existen culturas diversas con aproximaciones espaciales variadas. Estas condiciones han generado que en este territorio se encuentre variedad de arquitectura vernácula. Algunas, al igual que los idiomas, se olvidan y sobreviven en las manos de uno o dos artesanos; otras (como las cubiertas en palma amarga o los muros de tapia pisada) siguen vigentes y hacen parte del paisaje cotidiano (figura 2).

**Figura 2.** Viviendas vernáculas de localidades de Colombia



**Fuente:** Anzellini (2016).

Por su parte, Aresta (2020) explica algunas técnicas constructivas del adobe en territorio argentino:

Las técnicas diferentes de albañilería con adobe permiten la elaboración de paredes curvas, rectas y alabeadas. En este caso, con frecuencia se utilizan adobes de 35 cm × 16 cm × 6 cm de aproximadamente 3 kg que resisten cerca de 8,5

MPa a 9,0 MPa (derivado de ensayo empírico). La mezcla de los adobes se realiza con tierra arcillosa y estiércol de caballo (4:1 en volumen), a la cual se le añade una parte de aserrín cada 4 partes de mezcla (arcilla/estiércol) en volumen. Se pueden aligerar los adobes y aumentar la proporción de aserrín. En ese caso es importante probar la resistencia de los bordes del adobe y su resistencia a esfuerzos de tracción por flexión. (p. 1)

## METODOLOGÍA

Se realizó una investigación de tipo analítica y propositiva, debido a que el tema de investigación trata sobre métodos constructivos para la arquitectura vernácula en comunidades rurales de la región Sierra de Amula, Jalisco, México.

El propósito de la investigación fue indagar sobre métodos constructivos que existen en esta comunidad, con el fin de proponer un método constructivo vernáculo que brinde información a los habitantes de este lugar e incitar a que haya

gusto por conservar y construir las viviendas con este estilo arquitectónico; asimismo, la investigación se enfocó en obtener información con respecto a métodos constructivos vernáculos en la comunidad de La Yerbabuena, apreciar el bienestar y agrado de las personas al estar en los espacios diversos de su vivienda, para determinar si el uso de materiales naturales ayuda al confort, tanto en el interior como en el exterior de esta, así como obtener datos de opinión con respecto a los diseños de sus viviendas de manera espacial

y estética, edad de sus viviendas, verificación y comprobación de la durabilidad de los materiales y la calidad de estos.

En el contexto histórico de las viviendas edificadas en La Yerbabuena de la región de la Sierra de Amula, Jalisco, se aprecia una uniformidad en la tipología de construcción con materiales naturales como la piedra, el adobe y la madera. De acuerdo con lo señalado y con referencia

al Programa Estatal de Protección Civil Jalisco (2018) el municipio de La Yerbabuena, tiene un clima semicálido semihúmedo, la temperatura máxima promedio es de 31,5 °C, la mínima promedio de 5,5 °C y la temperatura media anual es de 18,5 °C con una precipitación media anual de 924 mm, una altitud de 1960 m s.n.m., humedad relativa promedio del 65 % y coordenadas geográficas de 20° 19' 55,74" N y 104° 10' 05,79" O (figura 3).

**Figura 3.** Localización de La Yerbabuena, Jalisco, México



**Fuente:** elaboración de autores con base en Google Earth (2019).

Previo a la etapa de muestreo, se brindó información a los usuarios sobre la finalidad del estudio y se solicitó autorización para ingresar a los inmuebles para obtener datos relevantes del objeto de estudio.

Como primera fase del muestreo se diseñó una encuesta de preguntas con escala numérica, las cuales dieron oportunidad a los entrevistados de contestar sobre preferencias y gustos personales en cuanto a sus viviendas.

La encuesta se conformó de 20 preguntas que trataron los temas de: métodos constructivos, distribución espacial, funcionalidad y confort para usuarios. Se realizó un levantamiento fotográfico y croquis de las viviendas (universo de estudio) para identificar y analizar características arquitectónicas como materiales de recubrimiento, tipos de estructura, muros, pisos, vanos, techumbres, elementos decorativos, etc. (figura 4).

**Figura 4.** Encuesta a habitantes y áreas de muestreo



**Fuente:** elaboración de autores (2020).

De manera alterna, se tuvo personal de apoyo para analizar las características vernáculas de 15 viviendas de la comunidad de La Yerbabuena, donde se entrevistó a sus ocupantes

con el propósito de recabar datos para estudiar las variables involucradas y posteriormente elaborar la propuesta del método constructivo (figura 5).

**Figura 5.** Vista de viviendas para muestreo del estudio



**Fuente:** elaboración de autores (2020).

Al finalizar la etapa del muestreo, el grupo de trabajo se despedía amablemente y se les notificaba a los encuestados que una vez publicada la investigación se les informaría sobre los resultados obtenidos.

Posteriormente a esta fase, se capturaron los registros obtenidos en una base de datos para realizar tablas y gráficos para la etapa de resultados.

## RESULTADOS

Como dato inicial se encuentra que el 100 % de las viviendas analizadas presentan como materiales de construcción adobe, teja, madera y piedra; la única variación fue que algunos pisos se conservaban de tierra y a otras viviendas se les colocó un firme de cemento. Sobre la amplitud de espacios, el 70 % de encuestados refieren que les agrada su vivienda y prefieren conservarla sin cambios. Acerca de las problemáticas de las construcciones vernáculas, el 75 % refirieron problemas de goteras, que los resolvieron cambiando las tejas y fajillas de madera en la techumbre.

Sobre adecuaciones a sus fachadas, solo el 13 % de los usuarios mencionan que les gustaría un cambio sencillo, sin cambiar la esencia de fachada arquitectónica presente. Con relación al confort térmico y acústico que brindan sus viviendas, el 60 % respondió que les parece óptimo y permite un bienestar adecuado. Sobre la preferencia de materiales naturales y amigables con el medio ambiente, el 80 % refiere que les encanta este tipo de materiales y que se conserve esta tipología constructiva.

Sobre la durabilidad de los materiales de construcción, el 86 % de los encuestados lo consideran en un estado de excelente y muy

bueno, lo que propicia que los recomienden ampliamente. Acerca de los métodos constructivos utilizados para sus viviendas, al 80 % de usuarios les parece un método adecuado, de bajo costo y mantenimiento básico.

Ahora bien, con base en los resultados del estudio, los habitantes compartieron detalles específicos de sus viviendas y al realizar los croquis de sus casas, se observan ciertas similitudes en las casas más antiguas que datan de 105 a 120 años de antigüedad.

Asimismo, concuerdan en el diseño con las siguientes características:

- Cuentan con un pasillo o corredor que en el pasado servía como sala.
- En las cocinas, a pesar de que cuentan con su estufa, es imprescindible la hornilla con sus muros llenos de tizne.
- Los muros de la cocina tienen colgadas tasas de barro.
- Las casas más antiguas no cuentan con ventanas de vidrio, sino que las ventanas son simples aberturas que permiten la libre circulación del viento y de la luz natural.

- Con base en métodos constructivos, cuentan con cimiento de piedra, piso de tabicón, vigas de madera y techo de teja de barro.
- Han modificado la vivienda, pero conservan los muros de adobe, los pisos originales y las ventanas, conservan mobiliario de más de 50 años al igual que trastes de cocina.
- A pesar de que han cambiado las techumbres de teja por ladrillo en el exterior de

algunas viviendas, se sigue apreciando la teja de barro sobre la base de ladrillo como elemento decorativo.

Con base en el análisis de resultados obtenidos y las respuestas de los entrevistados sobre sus necesidades y preferencias, se presenta en la tabla 1 la propuesta del método constructivo de arquitectura vernácula para la localidad de La Yerbabuena y su región en la Sierra de Amula, Jalisco, México (tabla 1).

**Tabla 1.** Propuesta de método constructivo para La Yerbabuena, Jalisco

| Materiales             | Piedra maciza, adobe hecho de barro y zacate seco, madera para morillo (pino o roble), cintas de madera de pino o carrizo, teja de barro, ladrillo convencional.  |   |
|------------------------|---|---|
| Método de construcción |   |   |
| Cimentación            | Se realiza la cimentación correspondiente al diseño de la casa y se coloca piedra maciza con mezcla de lodo para obtener firmeza.                                 |  <p>Fuente: imágenes de Freepick.com</p>  |
| Muros                  | Los muros se van construyendo con tabiques de adobe que se pegan con lodo de preferencia de tierra colorada, ya que esta es más pegajosa y se tiene en la región. |  <p>Fuente: imágenes de Freepick.com</p> |
| Vigas                  | Las vigas son de madera de pino o roble, de igual manera, se puede utilizar carrizo.  |  <p>Fuente: imágenes de Freepick.com</p> |
| Cintas                 | Se pueden usar cintas de pino o de carrizo.   |  <p>Fuente: imágenes de Freepick.com</p> |
| Teja                   | Se usa teja cocida tradicional y se le puede dar una terminación de lodo para evitar posibles goteras.  |  <p>Fuente: imágenes de Freepick.com</p> |

Continúa »

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Materiales</b>             | Piedra maciza, adobe hecho de barro y zacate seco, madera para morillo (pino o roble), cintas de madera de pino o carrizo, teja de barro, ladrillo convencional. |
| <b>Método de construcción</b> |  |

**Piso**

Para el piso se utiliza un empedrado y enjarrado de lodo, encima se le pone ladrillo convencional pegado de igual manera con lodo colorado. También, se puede diseñar un piso de piedra laja o de madera.



Fuente: imágenes de Freepick.com

**Acabados**

Se puede dejar aparente o se le puede hacer un enjarre con lodo y arena para asegurar firmeza. Si se le quiere poner color a los muros, se busca tierra colorada, azul, morada, blanca, o rosa, que son características de la región de La Yerbabuena, Jalisco.



Fuente: imágenes de Freepick.com

Fuente: elaboración de autores (2020).

**DISCUSIÓN**

La arquitectura vernácula nunca pasará de moda, sus horizontes no tienen fronteras, solo se requiere cuidar su diseño, análisis y ejecución. Con base en el estudio realizado, los encuestados manifiestan que su vivienda estilo vernáculo les agrada como es, si acaso con posibles intervenciones en cuanto a restauración y mantenimiento se refiere; a su vez, expresan sus experiencias propias en dichas viviendas, sus emociones, sus preferencias y, por qué no decirlo, sus satisfacciones personales.

Con relación a los materiales constructivos propios de la arquitectura vernácula, las cualidades de los materiales ayudan a que los usuarios tengan confort térmico y acústico; sin embargo, el confort lumínico, olfativo y la calidad del aire pudieran estar condicionados por las aberturas de ventilación natural y factor de iluminación natural. Aquí es donde entra la creatividad del arquitecto, restaurador o profesional de la construcción para equilibrar la funcionalidad, la estética y el confort.

Una ventaja que se tiene respecto a los materiales de la región de La Yerbabuena, Jalisco (zona de estudio) es que se pueden conseguir de manera fácil y a un precio accesible para sus habitantes; no obstante, es imprescindible que tengan a la mano un manual de operación de trabajo constructivo, las herramientas de albañilería necesarias y un guía (tipo supervisor) en el área edificatoria. Por lo anterior, la tabla 1, que se presentó en la parte de resultados, refiere una forma básica del método constructivo para la arquitectura vernácula, pero

en investigaciones futuras se podría crear un manual completo, basado en literatura e investigaciones científicas con el enfoque hacia las necesidades de la comunidad de La Yerbabuena y su región.

Otro factor importante del estudio es que, de forma directa o indirecta, se contribuye con el eje de la sustentabilidad en la construcción; si bien, no utilizar ladrillo rojo recocido contribuye a no impactar el ecosistema con la combustión, el uso y reúso de carrizo, madera y piedra, aparte de que permiten un ahorro económico, facilita a sus habitantes llevar a cabo una adecuación constructiva de sus viviendas.

Así mismo, se considera que estos estudios ayudan a concientizar a los habitantes de una comunidad y a los profesionales de la construcción, en la búsqueda de garantizar una habitabilidad digna, libre de prejuicios y ostentaciones que armonicen la calidad arquitectónica, el espacio habitable y la seguridad de sus ocupantes. En la medida en la que se participe en la restauración, adecuación y resolución de este tipo de viviendas, se colabora activamente con la sociedad y su bienestar.

Se sugiere hacer más investigaciones relacionadas con el tema, en las que se pueda participar de manera organizada con la sociedad y que resulten productivas para su bienestar y hábitat. Resulta de entera satisfacción este estudio, en el que se puede aportar información de interés y beneficio para la comunidad de La Yerbabuena, Jalisco, y su región.

## CONCLUSIONES

Con la investigación realizada y respecto a la revisión de literatura se logró comprender qué es la arquitectura vernácula y, por ende, cuáles son los métodos constructivos que engloban este tipo de características.

Al apreciar los datos de las diferentes encuestas se pudo establecer que el 80 % de las personas que viven en casas vernáculas se sienten en un ambiente confortable y que recomiendan el sistema constructivo; por otro lado, señalan que les hubiera gustado un diseño más estético en la fachada de sus viviendas, pero en el pasado se buscaba la función de un espacio, más que la forma y la estética.

Conforme a los resultados, los usuarios de las viviendas analizadas tienen un valor estimativo por sus bienes, aparte de considerar que en algunos casos ya han vivido hasta tres generaciones, lo que evoca un arraigo familiar de tradiciones y costumbres; así mismo, parientes que han emigrado a otros lugares perciben ese ambiente familiar de tranquilidad y bienestar cuando regresan.

A su vez, las personas conocen los materiales con los que está construida su vivienda, y valoran su casa, pues la mayoría de los encuestados son mayores de 18 años y siempre han

vivido en ella, por lo cual, no solo valoran este aspecto, sino también los recuerdos y las experiencias vividas. Recuerdan cuando eran niños y vivían con sus padres o abuelos, cuando se casaron y tuvieron a sus hijos y refieren que lo más importante es conservar la vivienda de manera original, sin hacerle adecuaciones.

Un punto por considerar es que cuando existen propuestas de remodelación estas surgen de personas o familiares que radican en Estados Unidos, donde ya su forma de vivir es diferente a la de un rancho o lugar rural, y ellos quisieran que las viviendas de sus padres o abuelos tuvieran una mejor calidad de materiales constructivos, sin considerar que los métodos constructivos vernáculos son funcionales y aseguran una durabilidad con calidad de materiales naturales.

Otro aspecto de reflexión es que los materiales de construcción vernáculos ideales para la región Sierra de Amula, Jalisco, y con base en el estudio realizado, tienen una dualidad con la sustentabilidad para tener una casa autosuficiente, ahorro energético, abastecimiento de agua y recursos renovables. Los encuestados se mostraron interesados en el tema de investigación y tuvieron una participación proactiva.

## CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Alma-Alicia Robles-Ponce, conceptualización, síntesis de la información de tesis de grado, borrador del manuscrito, planificación, análisis formal del proyecto.

Francisco José Martín del Campo-Saray, responsable del proyecto de investigación, director de tesis de investigación (producto para el manuscrito), gestor de las revistas científicas, preparación metodológica, supervisión, revisión y edición del manuscrito para ingreso a la revista.

José Francisco Armendáriz-López, supervisión, asesor externo de tesis de investigación, preparación metodológica, base de datos, estadística, resultados, revisión del manuscrito.

Se agradece a nuestra casa de estudios, el Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez y, en especial, a nuestro director de Unidad Académica El Grullo, el maestro Roberto Durán Michel, junto al coordinador de la carrera de Arquitectura Lic. Saúl Saray Beas, por el apoyo brindado y por creer en este proyecto de investigación, que es de utilidad para la sociedad y la comunidad científica.

## REFERENCIAS

- Anzellini, M. (2016). El nuevo arquitecto vernáculo. *Dearq*, (19), 164-184. [https://dearq.blob.core.windows.net/proyectos-creacion/19\\_Creacion.pdf](https://dearq.blob.core.windows.net/proyectos-creacion/19_Creacion.pdf)
- Aresta, M. (2020). Estructuras en adobe: técnicas para la construcción de paredes de tierra. *Revista Archdaily*. <https://www.archdaily.co/co/936145/estructuras-en-adobe-tecnicas-para-la-construccion-de-paredes-de-tierra>
- Bedoya Aguirre, P. A. (2011). *Transformaciones y características de la vivienda vernácula en el barrio Aranjuez de Medellín a partir de las formas de habitar de sus moradores desde principios del siglo XX* [Tesis doctoral]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9816#:~:text=https%3A%2F%2Frepositorio.unal.edu.co/handle/unal/9816>

- Burga Vega, E. P. (2020). *Describimos las características de los espacios urbanos y rurales de mi localidad*. <https://hdl.handle.net/20.500.14414/15745>
- Bruggmann, K. (2016, junio). *Técnicas bioclimáticas en la arquitectura vernácula de Real de Catorce*. <https://docplayer.es/165352548-Universidad-autonoma-de-san-luis-potosi.html>
- Calderón Morales, D. J. (2020). *Influencias y expresiones de identidad de la arquitectura en el México del siglo XX*. <http://hdl.handle.net/10251/135371>
- Calel Otzoy, L. M. (2020). *Conservatorio municipal de música San Juan Comalapa, Chimalteango* [Tesis doctoral]. Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/14942/#:~:text=http%3A//www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/14942>
- Canivell, J., & Pastor, G. C. (2018). Evaluación de la arquitectura vernácula construida en tierra en la provincia de Mendoza: Planteamientos y resultados. *ACE: architecture, city and environment*, 13(37). <http://dx.doi.org/10.5821/ace.13.37.5180>
- Cibrian, F. B. (2006). *Análisis de la vivienda vernácula*. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/publicjlg/Tesis/2006/03/01/Bran-Francisco.pdf>
- Cordero Lozano, J. (Julio, 2015) *Alteración en la composición de la vivienda vernácula*. Studocu. <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-autonoma-benito-juarez-de-oaxaca/arquitectura-del-periodo-colonial-siglo-xvi-al-xviii/alteracion-en-la-composicion-de-la-vivienda-vernacula/12602083>
- Córdova Velázquez, C. (2013). *Espacio vernáculo, aspectos culturales en su transformación* [Tesis de maestría]. Instituto Politécnico Nacional. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/7126436>
- Dávila Quiroz, M. A. (2020). *La huella de la tradición en la casa moderna latinoamericana*. <http://hdl.handle.net/10251/135803>
- de los Reyes, V., & de los Ángeles, M. (2020). Lecciones para la recuperación de saberes tradicionales: Las tapias de la región de Tepeyahualco, México. *Journal of Traditional Building, Architecture and Urbanism*, (1), 434-446.
- Falcón Meraz, J. M. (2008). *La expresión de una línea museística singular*. Universitat Politècnica de Catalunya. [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93875/10\\_falconMeraz\\_capitol\\_8.pdf?sequence=10](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93875/10_falconMeraz_capitol_8.pdf?sequence=10)
- Fernández, J. (2009). *Factores de deterioro en la arquitectura de la vivienda vernácula. El impacto de los programas oficiales en la vivienda tradicional* [Tesis doctoral], Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura.
- García, G., Tamayo, J., Cobo, D., & Coronel, F. (2018). Estudio tipológico de la arquitectura vernácula: aportes y síntesis de la complejidad. ASRI: Arte y sociedad. *Revista de investigación*, (14), 20. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6266274.pdf>
- Google Earth (2019, febrero). <https://earth.google.com/web/>
- King, J. (2001). *La arquitectura vernácula del noreste de México*. <https://repositories.lib.utexas.edu/items/63ebcf1e-5efe-4308-8df3-6369b3d3fc48>
- Leal, E. G. (2006). *Estudio de la adecuación al entorno natural de la vivienda vernácula en la reserva de la biosfera El Cielo Tamaulipas, México: un análisis comparativo con la reserva Sierra La Laguna, en Baja California Sur, México* [Tesis doctoral]. Universidad de Sevilla. <http://hdl.handle.net/11441/23948>
- León Hernández, R. A. (2015). *Efectos de la economía rural en la tipología arquitectónica vernácula* [Tesis de maestría]. Instituto Politécnico Nacional. [https://www.academia.edu/23704598/EFFECTOS\\_DE\\_LA\\_ECONOMIA\\_RURAL\\_EN\\_LA\\_TIPOLOGIA\\_ARQUITECTONICA\\_VERNACULA](https://www.academia.edu/23704598/EFFECTOS_DE_LA_ECONOMIA_RURAL_EN_LA_TIPOLOGIA_ARQUITECTONICA_VERNACULA)
- Martínez Escamilla, A. (s. f.). *Alteración de diseño de la vivienda vernácula, Municipio de San Pedro, Juchatengo, Juquila Oaxaca*. S. D.
- Montero Arellano, G. J. (s. f.). *Propiedades térmicas en los materiales de la arquitectura vernácula*. S. D.

- Monterrubio, A. L. (2015). Las formas tradicionales de la arquitectura vernácula. Un proyecto mexicano en la Sierra Madre Oriental. *Arquitecturas del Sur*, 38-51.
- Narváez, P. (2015). *Arquitectura vernácula vivienda temporal en el sector de Guápulo* [Tesis de pregrado]. [https://1library.co/document/zkkpw0mz-arquitectura-vernacula-vivienda-temporal-sector-guapulo.html#google\\_vignette](https://1library.co/document/zkkpw0mz-arquitectura-vernacula-vivienda-temporal-sector-guapulo.html#google_vignette)
- Ojos Moral, J. (2015). *La arquitectura vernácula a la luz de la revisión de la ortodoxia del Movimiento Moderno, sus premisas y antecedentes* [Tesis doctoral]. Universidad de Valladolid. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/16197>
- Pérez Gil, J. (2018). La arquitectura vernácula en los territorios de baja densidad: una perspectiva cultural. *A Obra Nasce: revista de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Fernando*, (13), 71-89. <http://hdl.handle.net/10284/8225>
- Programa Estatal de Protección Civil Jalisco. (2018). [https://transparencia.info.jalisco.gob.mx/sites/default/files/2018\\_-\\_Programa\\_Estatal\\_de\\_Proteccion\\_Civil.pdf](https://transparencia.info.jalisco.gob.mx/sites/default/files/2018_-_Programa_Estatal_de_Proteccion_Civil.pdf)
- Rodríguez Núñez, A. S. (2017). *Arquitectura vernácula en viviendas de la Parroquia Quisapincha, análisis espacial y formal* [Tesis de maestría]. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26705>
- Rolón, G., & Rotondaro, R. (2010). Empleo del método estratigráfico en el estudio de la vivienda rural vernácula construida con tierra. Un caso de aplicación en La Rioja, Argentina. *Arqueología de la Arquitectura*, 7, 213-222. <https://doi.org/10.3989/arqarqt.2010.10011> <https://arqarqt.revistas.csic.es/index.php/arqarqt/article/view/120/116>
- Rivero Silva, C. (2013). Patrimonio cultural y arquitectura vernácula, la necesidad de un proyecto integral. Pueblos Mágicos de México: los casos de Tapalpa y Mazamitla. *RedAVI Colección de textos*, IV, 102-113. <https://rio.upo.es/rest/api/core/bitstreams/d6d1b440-9b46-42bc-bdea0ed20736081/content>
- UNESCO, U. (2008). *Education. Science, Cultural Organization*. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000162787\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000162787_spa)



# Estimación del confort térmico en espacios exteriores: evaluación del periodo frío en Ensenada, Baja California

## Calculation of Thermal Comfort in Outdoor Spaces: evaluation of the Cold Season in Ensenada, Baja California

Recibido: agosto 21 / 2020 • Evaluado: septiembre 14 / 2020 • Aceptado: marzo 21 / 2024

### CÓMO CITAR

Martínez-Bermúdez, E., & Rincón-Martínez, J. C. (2024). Estimación del confort térmico en espacios exteriores: evaluación del periodo frío en Ensenada, Baja California. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(2), 151-166. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.3637>

Elizabeth Martínez-Bermúdez\*  
Universidad Autónoma de Baja California.  
Ensenada (México)  
<https://ror.org/05xwq167>  
Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño  
Programa de Maestría y Doctorado en  
Arquitectura, Urbanismo y Diseño

Julio César Rincón-Martínez\*\*  
Universidad Autónoma de Baja California.  
Ensenada (México)  
<https://ror.org/05xwq167>  
Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño

### RESUMEN

Los estudios del confort térmico en espacios exteriores son fundamentales para favorecer la habitabilidad de los espacios abiertos y mejorar las condiciones de vida de las personas; sin embargo, es necesario que sean producto de las características locales y de las personas del sitio donde se desarrollan los estudios. El objetivo de este trabajo es evaluar la sensación térmica humana durante el periodo frío, con el fin de estimar los rangos de confort térmico para espacios exteriores que permitan ofrecer indicadores de diseño. Para ello, se recabaron observaciones en diversos tipos de espacios abiertos de la ciudad de Ensenada, única en México con clima mediterráneo, con inviernos fríos y húmedos. La evaluación se realizó mediante el enfoque adaptativo y se procesó con el método de Medias por Intervalos de Sensación Térmica (MIST). Se realizó un análisis correlacional respecto a la sensación térmica con las variables climáticas de temperatura del aire, humedad relativa y velocidad de viento. El rango de confort térmico fue de 12,6 °C a 23,8 °C, valores por debajo de los rangos anuales estimados para regiones climáticas mediterráneas (21,1 °C-29,2 °C y 20 °C-25 °C) en el mismo periodo de estudio.

### Palabras clave:

adaptación al ambiente térmico; confort térmico en exteriores; enfoque adaptativo; percepción térmica; sensación térmica

## ABSTRACT

Studies on thermal comfort in outdoor spaces are fundamental to enhance the habitability of open spaces and to improve people's living conditions. However, these studies must consider the local characteristics and the specific population of the area where the studies are conducted. The objective of this paper is to evaluate human thermal sensation during the cold season, in order to calculate thermal comfort ranges for outdoor spaces, providing design indicators. For this purpose, observations were collected in various types of open spaces in the city of Ensenada, the only one in Mexico with a Mediterranean climate characterized by cold and wet winters. The evaluation was conducted using the adaptive approach and processed with the Averages of Thermal Sensation Intervals (ATSI) method. A correlational analysis was performed regarding thermal sensation with climatic variables such as air temperature, relative humidity, and wind speed. The thermal comfort range was found to be from 12.6 °C to 23.8 °C, values below the annual ranges calculated for Mediterranean climatic regions (21.1 °C-29.2 °C and 20 °C-25 °C) during the same study period.

### Keywords:

adaptation to thermal environment; outdoor thermal comfort; adaptive approach; thermal perception; thermal sensation

- ✦ Licenciatura en Arquitectura, Centro de Estudios Universitarios Xochicalco. Ensenada (México).  
Maestría en Arquitectura, Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali (México).  
Doctorado en Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada (México).  
 <https://orcid.org/0000-0002-7116-5668>  
 [elizabeth.martinez.bermudez@uabc.edu.mx](mailto:elizabeth.martinez.bermudez@uabc.edu.mx)
  
- \*\* Arquitecto, Universidad Tecnológica de México. Ciudad de México (México).  
Maestría y doctorado en Arquitectura Bioclimática, Universidad Autónoma Metropolitana. Ciudad de México (México).  
Profesor-investigador de tiempo completo, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California (<https://ror.org/05xwccq167>) (México).  
Investigaciones sobre Arquitectura bioclimática y confort térmico.  
<https://uabc.academia.edu/JulioRincon>  
 <https://scholar.google.com/citations?user=Un0eFuEAAAAJ&hl=es>  
 <https://orcid.org/0000-0002-1946-3609>  
 [julio.rincon@uabc.edu.mx](mailto:julio.rincon@uabc.edu.mx)

## INTRODUCCIÓN

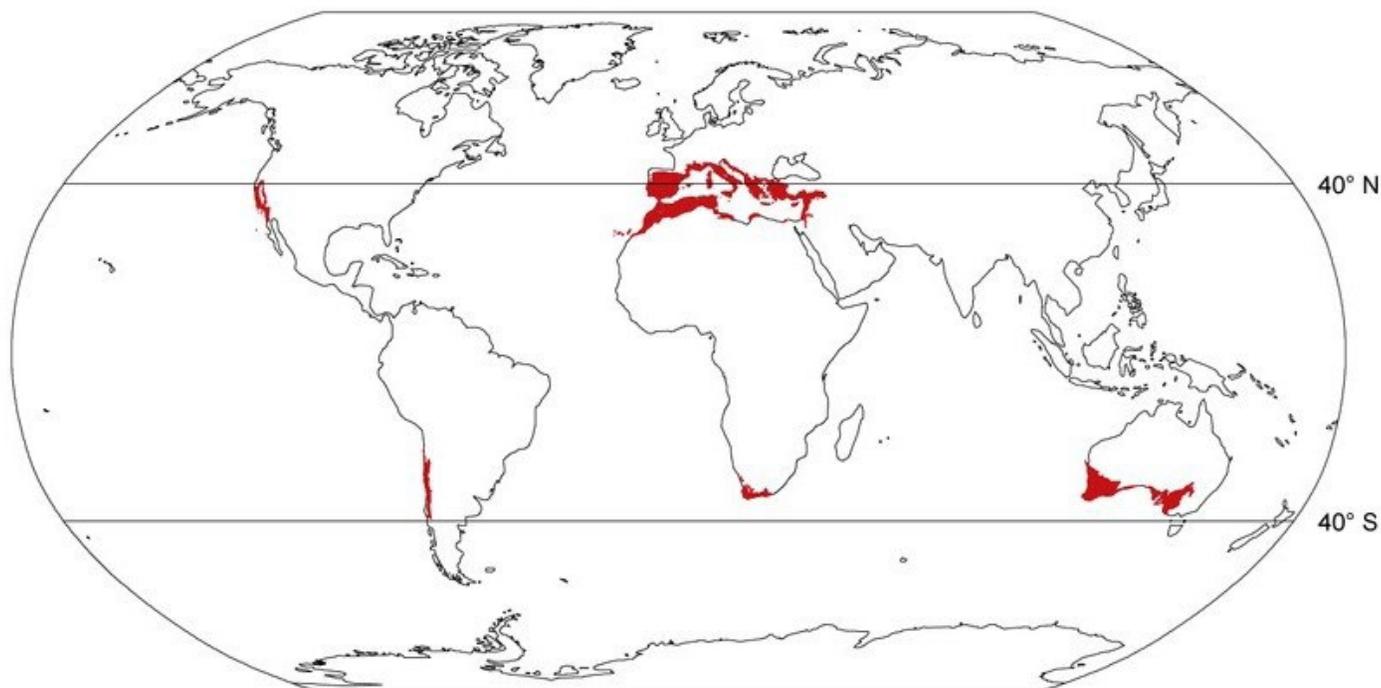
El confort térmico se define como “esa condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico” (ISO, 2005, p. 10) y se evalúa de manera subjetiva (American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 2017, p. 3). La relación entre el confort térmico y los espacios abiertos se da por la relación inherente entre los seres humanos y el desarrollo de las actividades en espacios exteriores. Estudios dedicados al confort térmico relacionado con el entorno al aire libre han aumentado durante los últimos diez años (Cohen et al., 2013, p. 1).

De acuerdo con ANSI/ASHRAE 55 (2023, p. 4) la zona de confort está relacionada directamente con los parámetros ambientales de temperatura, humedad y velocidad del viento, así como con algunos aspectos de tipo antropogénico, como la tasa metabólica y el arropamiento. Olgyay (1963), citado en Cohen et al. (2013, p. 1), señala que la zona de confort no tiene límites reales y está sujeta a la situación geográfica y la estacionalidad; de manera

general, se establece que la temperatura ambiente de confort aceptable para el ser humano va de 23 °C a 27 °C en verano, y de 20 °C a 25 °C en invierno (ANSI/ASHRAE 55, 2023). Sin embargo, es necesario considerar la adaptación térmica humana, la cual se define como el “decremento gradual de respuesta del organismo a repetidas exposiciones a estímulos que se reciben de un ambiente térmico específico” (Nikolopoulou & Steemers, 2003, p. 96, citados en Rincón et al., 2017, p. 97).

Por ello, es importante realizar estudios que identifiquen los rangos de confort óptimos para espacios exteriores de manera que puedan ser implementados en regiones que compartan características geográficas y climáticas. En el mundo hay cinco regiones con clima mediterráneo (figura 1), el cual se caracteriza por tener veranos cálidos-secos e inviernos templados y lluviosos (Sanz-Cobena et al., 2017, p. 5; Polade et al., 2017, p. 1): Europa, Australia, Suráfrica, Suramérica y California.

**Figura 1.** Regiones con clima mediterráneo



**Fuente:** Sanz-Cobena et al. (2017, p. 5).

Salata et al. (2015, p. 59) definen el rango de confort para regiones mediterráneas de 21,1 °C a 29,2 °C, el cual corresponde al periodo anual, rango obtenido mediante valores de la Physiological Equivalent Temperature (PET); además, presentan un resumen con

los rangos obtenidos por varios estudios en espacios exteriores (tabla 1); por su parte, Cohen et al. (2013, p. 1) indican que el rango de confort en clima mediterráneo está entre 20 °C y 25 °C, mediante el Voto de Sensación térmica neutral.

**Tabla 1.** Resultados de otros estudios examinados en términos de PET y rangos de confort de temperatura operativa

| Ciudad                            | Rango de confort PET (°C) |           |                         |             | Temperatura operativa (°C) |
|-----------------------------------|---------------------------|-----------|-------------------------|-------------|----------------------------|
|                                   | Verano                    | Invierno  | Estaciones transitorias | Año         | Año                        |
| Glasgow, Escocia                  | -                         | -         | -                       | 9 ÷ 18      | -                          |
| Tianjin, China                    | -                         | -         | -                       | 11 ÷ 24     | -                          |
| Europa occidental/media           | -                         | -         | -                       | 18 ÷ 23     | -                          |
| El Cairo, Egipto                  | 22 ÷ 30                   | 21 ÷ 29   | -                       | -           | -                          |
| Damasco, Siria                    | n.a. ÷ 31                 | 21 ÷ n.a. | -                       | -           | -                          |
| Lago Sun Moon, Taiwán             | -                         | -         | -                       | 26 ÷ 30     | -                          |
| Ciudad Taichung, Taiwán           | -                         | -         | -                       | 21,3 ÷ 30   | -                          |
| Hong Kong, China<br>(2.702 votos) | n.a. ÷ 32                 | 12 ÷ n.a. | -                       | -           | -                          |
| Szeged, Hungría                   | -                         | -         | 13,7 ÷ 20,3             | -           | -                          |
| Lisboa, Portugal                  | -                         | -         | -                       | 21 ÷ 23     | -                          |
| Hong Kong, China<br>(286 votos)   | 27 ÷ 29                   | 14 ÷ 16   | -                       | -           | -                          |
| Singapur, Singapur                | -                         | -         | -                       | -           | 26,3 ÷ 31,7                |
| Roma, Italia                      | -                         | -         | -                       | 21,1 ÷ 29,2 | -                          |

Fuente: Salata et al. (2015, p. 56).

Con base en lo anterior, se puede apreciar un parámetro universal de confortabilidad térmica exterior; no obstante, a fin de contar con indicadores específicos de un sitio particular, el objetivo de este tipo de estudios es aplicar evaluaciones de campo para identificar la sensación térmica de las personas con relación al espacio circundante, con el fin de estimar rangos de confort térmico que permitan ofrecer indicadores de diseño que, para este caso, corresponde a ciudades con clima mediterráneo.

Es importante mencionar que los resultados difundidos en este documento corresponden a los indicadores térmicos estimados para el periodo frío en la ciudad de Ensenada, México; no obstante, este estudio forma parte de una investigación integral que comprende los cuatro periodos térmicos representativos de un año normalizado (frío, cálido y dos de transición térmica, de frío a calor y viceversa).

## METODOLOGÍA

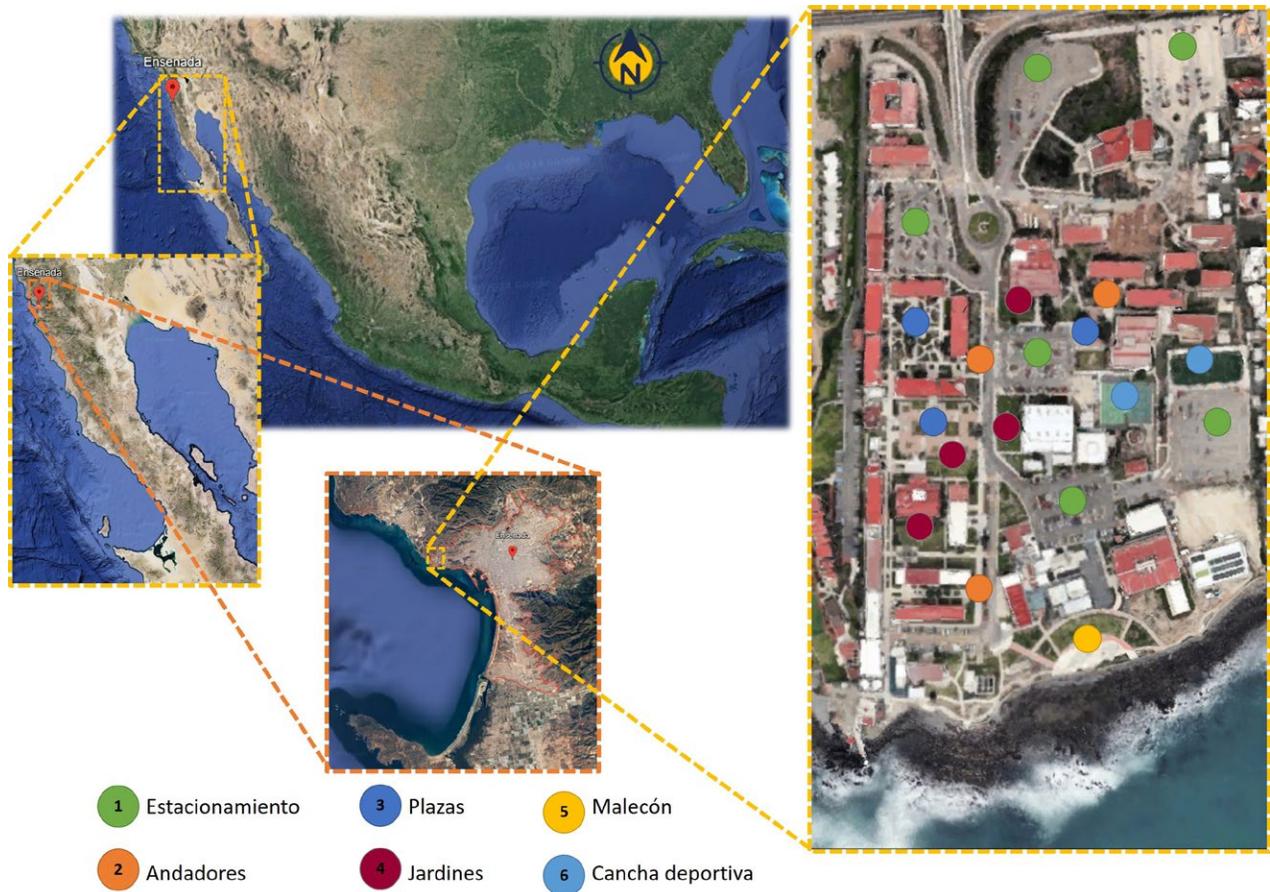
El estudio se desarrolló con las bases metodológicas del enfoque adaptativo, recomendado para condiciones exteriores (Bojórquez et al., 2010, p. 134), dada la naturaleza con la que los sujetos se exponen a las variables climáticas del sitio y las características físicas que presenta un espacio abierto. Además, se consideró la normativa internacional existente referente al confort térmico: ISO 7730 (2005), ISO 7726 (1998), ISO 10551 (1995) y ANSI/ASHRAE 55 (2023) En general, la metodología abordada consta de dos procesos simultáneos: el registro de la percepción de los usuarios y el monitoreo de las condiciones ambientales a las que se encontraban expuestos.

### Selección del sitio

El estudio se llevó a cabo en la ciudad de Ensenada, México. Presenta clima mediterráneo y se ubica al noroeste del país, en las coordenadas geográficas 31° 51' 28" N, 116° 36' 21" O (figura 2).

Los espacios de evaluación utilizados se encuentran demarcados en la Universidad Autónoma de Baja California, dada su diversidad y facilidad de acceso; entre otros: andadores, estacionamientos, malecón, jardines y plazas (figura 2). Lo anterior, con el fin de permitir una interpolación con aquellos ubicados en el resto de la ciudad.

**Figura 2.** Ubicación del sitio de estudio: de escala nacional a escala local



**Fuente:** elaboración propia (2024). CC BY.

### Muestra poblacional

El universo de estudio considerado fue el total de población de la ciudad de Ensenada para 2020, equivalente a 535 361 habitantes. Así, la muestra poblacional fue diseñada estadísticamente mediante el uso de la herramienta Sample Size Calculator® (Creative Research Systems, 2012) con un nivel de confianza del 95 % y un intervalo de confianza del 5 %.

La evaluación de los sujetos que conformaron la muestra se distribuyó en función de la duración del estudio, por lo que la meta de evaluaciones diarias correspondió a 24 sujetos. Adicionalmente, se consideraron dos evaluaciones de control, tanto al inicio como al final del periodo de evaluaciones.

### Periodo de evaluación

De acuerdo con el análisis climático de Ensenada, desarrollado por Rincón-Martínez et al. (2020, p. 5), el periodo frío se presenta en febrero, por lo que las evaluaciones se recabaron entre el 27 de enero y el 28 de febrero de 2020, periodo en el que la temperatura media es de 13,5 °C.

Para determinar el horario de evaluación, se consideraron los momentos térmicos extremos de un día normalizado (Fuentes, 2004), las 06:00 y las 15:00 h, respectivamente, las cuales hacen referencia a las horas más fría y más cálida del día. A este respecto, y considerando además los horarios de uso de los espacios, las evaluaciones

se realizaron entre las 07:00 y 09:00 h, y las 15:00 y 17:00 h, respectivamente.

### Herramientas e instrumentos de evaluación

Para la evaluación de la sensación y la preferencia térmica de los sujetos se diseñó un cuestionario (figura 3) cuya estructura se conformó con 23 reactivos organizados en 6 secciones:

1. Datos de control (6 reactivos).
2. Información del participante (4 reactivos).
3. Sensación ambiental del espacio (3 reactivos).
4. Preferencia ambiental del espacio (3 reactivos).
5. Información complementaria (2 reactivos).
6. Monitoreo físico del ambiente térmico (5 reactivos).

El cuestionario tomó como referencia la escala subjetiva de siete puntos mencionada en la ISO 10551 (1995, p. 9) y la ANSI/ASHRAE 55 (2023, p. 39), la cual fue adaptada gráficamente (por medio de emojis) a fin de que los sujetos identificaran de forma simple las posibilidades de respuesta con respecto a su sensación del ambiente térmico. La adaptación se realizó a partir de dos herramientas complementarias al cuestionario: un cubo con emojis en cada una de sus seis vistas, y un lienzo que concentraba, a modo de listado y desde una misma vista, los mismos emojis (figura 4).

**Figura 3.** Formato de cuestionario



**Universidad Autónoma de Baja California**  
 Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño

Línea de Investigación: Arquitectura Bioclimática  
 Responsable: **Dr. Arq. Julio César Rincón Martínez**  
 Corresponsable: Dr. Arq. Francisco Fernández Melchor  
 Dr. Arq. Marcos Eduardo González Treviz  
 Dr. Arq. Karen Estrella Martínez Torres  
 Dr. Arq. Claudia Rivera Torres

**ESTIMACIÓN DEL CONFORT TÉRMICO EN EL PERIODO CÁLIDO DE ENSENADA, B. C.**

**Objetivo:** Identificar la sensación y la preferencia térmicas de las personas residentes de la ciudad de Ensenada, con el fin de estimar algunos modelos locales de confort térmico para el periodo cálido que permitan ofrecer indicadores de diseño y contribuyan en la toma de decisiones.  
**\*Sus respuestas son muy importantes para el desarrollo de la presente investigación, por lo que se le agradecerá la honestidad y el tiempo dedicados en ellas.**

**A. Datos de control** (definidos por el líder de la entrevista)

01. Folio \_\_\_\_\_

02. Fecha (dd/mm/aa) \_\_\_\_\_

03. Encuestadores \_\_\_\_\_

04. Hora inicial (hh:mm) \_\_\_\_\_

05. Hora final (hh:mm) \_\_\_\_\_

06. Interior / Exterior \_\_\_\_\_

**B. Información del participante**

07. Edad \_\_\_\_\_ años

08. ¿Cuál es su sexo?  
 1) Hombre  2) Mujer

09. ¿Con qué **intensidad** realizó la actividad inmediata anterior a la entrevista?  
 1) Pasiva  
 Relajada, ligera  
 sensación de calor   
 2) Moderada  
 Normal, sensación **simultánea** de calor y sudor   
 3) Intensa  
 Activa, presencia **abundante** de calor y sudor

10. ¿Qué tipo de **vestimenta** porta en este momento?  
 1) Muy ligera  
 Shorts, playera de tirantes   
 2) Ligera  
 Pantalones ligeros, playera manga corta   
 3) Normal  
 Pantalones, playera y sudadera (normales)   
 4) Abrigada  
 Ropa gruesa   
 5) Muy abrigada  
 Ropa gruesa, gorra, bufanda, guantes

**C. Sensación del ambiente interior del espacio**  
 \* Es muy importante que sus respuestas deriven de la **SENSACION** que percibe del ambiente interior en este momento

11. ¿Cómo clasificaría el clima en este espacio con relación a la temperatura? (sensación térmica)  
 1) Mucho frío  
 Dolor en las extremidades, requiere vestimenta gruesa  
 2) Frío  
 Requiere de abrigo y/o bebidas calientes  
 3) Algo de frío  
 Incomodidad ocasional resuelta por la exposición directa al Sol matutino  
 4) Ni calor, ni frío  
 Sensación térmica desapercibida, desarrollo eficiente de actividades  
 5) Algo de calor  
 Presencia de sed, no impide las actividades  
 6) Calor  
 Suda regularmente, requiere bebidas frías  
 7) Mucho calor  
 Nada puede refrescarlo, suda abundantemente

12. ¿Cómo considera el grado de **humedad** en el ambiente de este espacio? (sensación de humedad)  
 1) Muy húmedo  
 Incomodidad permanente, la humedad es constante y moja la ropa  
 2) Húmedo  
 Humedad leve en la piel, refrescante con el circular del viento  
 3) Algo húmedo  
 Ligera incomodidad por la humedad pero la piel continúa seca  
 4) Normal  
 Sensación desapercibida de humedad  
 5) Algo seco  
 Casi imperceptible, resequead eventual en los labios  
 6) Seco  
 Incomodidad ocasional, resequead en piel y labios  
 7) Muy seco  
 Incomodidad permanente; el aire, la nariz y la garganta son secos

13. ¿Cómo siente el **viento** en este momento? (índices de velocidad de viento)  
 1) Mucho viento  
 Viento fuerte, impide las actividades sedentarias  
 2) Viento algo fuerte  
 Viento intenso, causa cierta incomodidad y mueve objetos ligeros  
 3) Viento agradable  
 Leve sensación del viento sobre la piel, no causa incomodidad  
 4) Poco viento  
 No hay movimiento aparente del aire, se percibe ligero  
 5) Sin viento  
 Aire pesado, no se mueve, se percibe mucho sofocamiento

**D. Preferencias del ambiente interior del espacio**  
 \* Es muy importante que sus respuestas deriven de cómo **DESEARÍA** o **PREFERIRÍA** las condiciones del ambiente en este momento

14. ¿Cómo preferiría estar o sentirse en este momento respecto a la **temperatura** que se presenta en el espacio? (preferencia térmica)  
 1) Mucho más fresco  
 2) Más fresco  
 3) Un poco más fresco  
 4) Sin cambio  
 5) Con un poco más de calor  
 6) Con más calor  
 7) Con mucho más calor

15. Si usted pudiera elegir el nivel de **humedad** que se presenta al interior del espacio, decidiría que éste fuera: (preferencia higrica)  
 1) Mucho más húmedo  
 2) Más húmedo  
 3) Un poco más húmedo  
 4) Sin cambio  
 5) Un poco más seco  
 6) Más seco  
 7) Mucho más seco

16. Con base en la cantidad de **viento** que ingresa al espacio, usted preferiría: (preferencia eólica)  
 1) Más viento  
 2) Sin cambio  
 3) Menos viento

**E. Información complementaria**

17. ¿Cuál es su **estado de ánimo** con relación a las **condiciones ambientales** que presenta el espacio en este momento? (Evaluación afectiva)  
 1) Muy malo  
 Enfadado, inquieto, deprimido   
 2) Malo  
 Estresado, impaciente   
 3) Algo malo  
 Aburrido, somnoliento   
 4) Normal  
 Ni bueno, ni malo: Indiferente   
 5) Algo bueno  
 Relajado, concentrado   
 6) Bueno  
 Alegre, sorprendido   
 7) Muy bueno  
 Emocionado, curioso

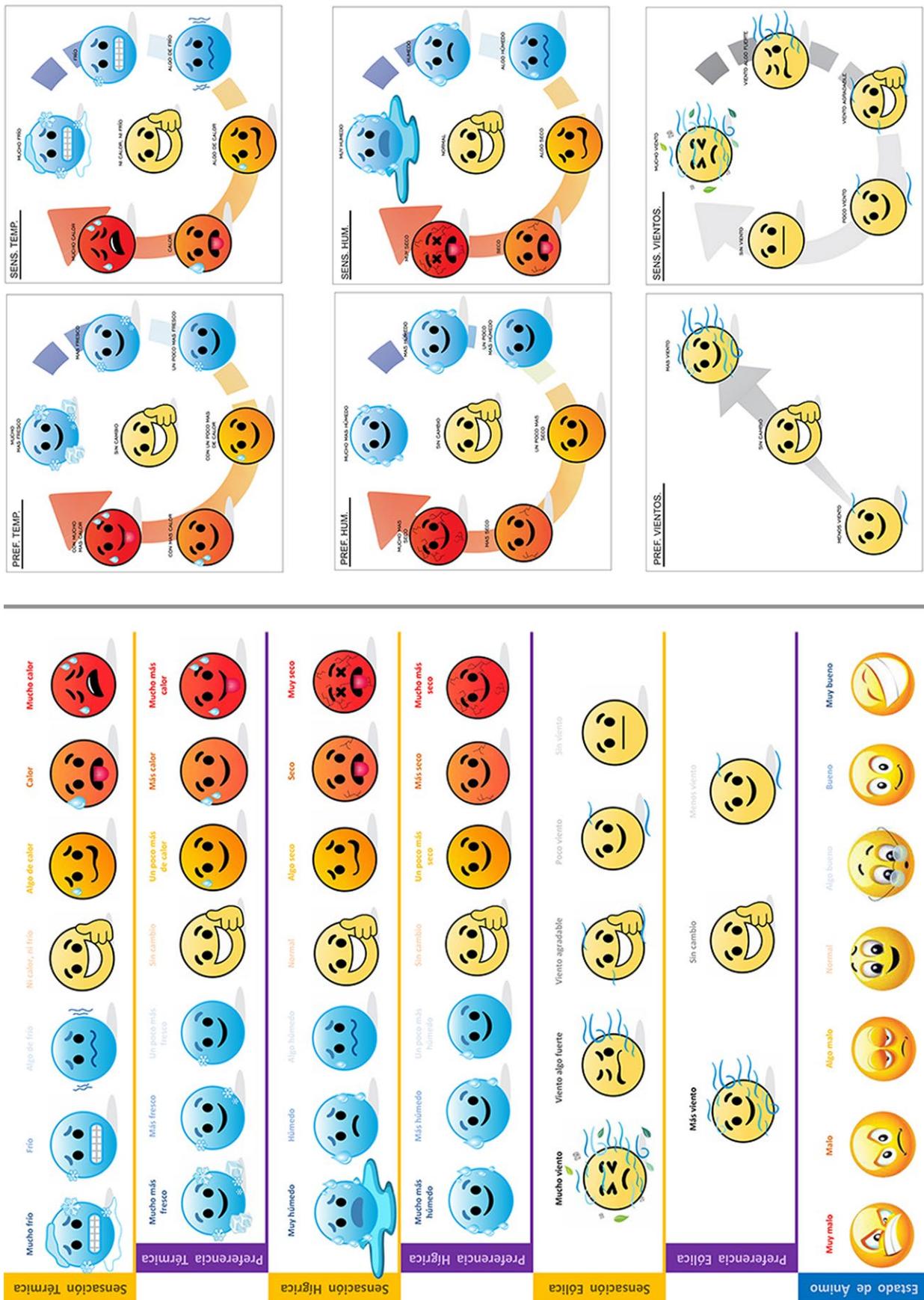
18. Notas adicionales:  
 Situaciones relevantes o atípicas que influyen en la percepción ambiental del participante: Expuesto al Sol / En plena sombra; ingesta constante de bebida; con gorra, sombrilla o sombrero, etc.

**F. Monitoreo físico del ambiente térmico** (Estos datos deben ser asentados conforme a lo **REGISTRADO** por los instrumentos de medición)

| Variable Ambiental                    | QUESTemp 36-3<br>11 | QUESTemp 36-3<br>12 | QUESTemp 36-3<br>13 |
|---------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 19. Temp. de Bulbo Seco interior (°C) | BS                  |                     |                     |
| 20. Humedad Relativa interior (%)     | HR                  |                     |                     |
| 21. Temp. de Bulbo Húmedo (°C)        | BH                  |                     |                     |
| 22. Temperatura de Globo (°C)         | GLOBO               |                     |                     |
| 23. Velocidad del Viento (m/s)        | FLUJO               |                     |                     |

Fuente: Rincón-Martínez et al. (2020). CC BY.

Figura 4. Adaptación gráfica de escala subjetiva en cubo y listado



Fuente: Rincón-Martínez et al. (2020). CC BY.

Los equipos de trabajo consistieron en cuadrillas de tres personas, dos para realizar las evaluaciones y una como asistente para el traslado y la protección de los instrumentos de medición física.

### Instrumentos de medición y variables ambientales

De manera simultánea a la aplicación del cuestionario, se registraron las variables del ambiente

térmico: temperatura de bulbo seco (TBS), humedad relativa (HR) y velocidad del viento (VV). Para llevar a cabo la medición de las variables ambientales se utilizó un monitor de ambiente térmico clase I, marca 3M, modelo QUESTemp 36-3 (figura 5). Cuenta con una resolución de 0,1 °C para la TBS, 0,1 % para la HR y 0,1 m/s para la VV; así como una precisión de ±0,5 °C para la TBS, ±5,0 % para HR, y ±0,1 m/s (±4,0 % lectura) para la VV. Los instrumentos se

ubicaron a diferentes alturas en función de la posición de la persona por evaluar: 0,1 m; 1,1 m y 1,7 m para personas de pie; y 0,1 m; 0,6 m y 1,1 m para personas sentadas (ISO 7726, 1998, p. 11).

Tanto la selección como la distribución y la operación del equipo de medición se llevaron a cabo con base en lo establecido en la ISO 7726 (1998) y la ANSI/ASHRAE 55 (2023).

**Figura 5.** Instrumento de medición y de registro de variables físicas



**Fuente:** elaboración propia (2020). CC BY.

### Procedimiento de evaluación

La selección de los sujetos de estudio se hizo aleatoriamente, sin distinción de sexo, edad, arropamiento ni actividad, en situaciones o condiciones de hábitat cotidiano y con pleno respeto a las acciones de adaptación para conseguir el confort térmico en el entorno inmediato. Esto, con el fin de conformar una base de datos que concentre la percepción heterogénea y real de la población objetivo, así como las diferentes actitudes de adaptación al entorno térmico, en aras de estimar indicadores apropiados para las condiciones particulares del caso de estudio.

Posterior a la selección del sujeto, la cuadrilla de trabajo colocó los instrumentos de medición a una distancia aproximada de 1,20 m ANSI/ASHRAE 55 (2023).

Con el fin de recibir mayor aceptación para responder el cuestionario, de los 23 reactivos solo ocho fueron aplicados a los sujetos de estudio, aquellos relacionados directamente con la percepción al ambiente inmediato (sensación y preferencia del ambiente térmico); el resto de preguntas fueron recabadas a partir de la observación (sexo, nivel de arropamiento, actividad desarrollada, etc.). Durante este proceso se utilizó el apoyo gráfico de las escalas subjetivas de siete puntos, descritas en párrafos anteriores (cuestionario, cubo y listado) (figura 6). Con esta dinámica se evidenció el incremento en el grado de certidumbre con la que los sujetos emitieron su respuesta. Simultáneamente a la aplicación del cuestionario, se registraron los valores mostrados por los instrumentos de medición física. En promedio, el tiempo de aplicación del cuestionario fue de dos minutos.

Al término de las evaluaciones se procedió al traslado de los instrumentos de medición al lugar de resguardo. Posteriormente, se capturaron los

datos en Microsoft Excel®, a partir de valores meramente numéricos, con el propósito de procesarlos con el menor grado de error.

**Figura 6.** Traslado de equipo y aplicación de cuestionario con herramientas alternas y diversas posiciones



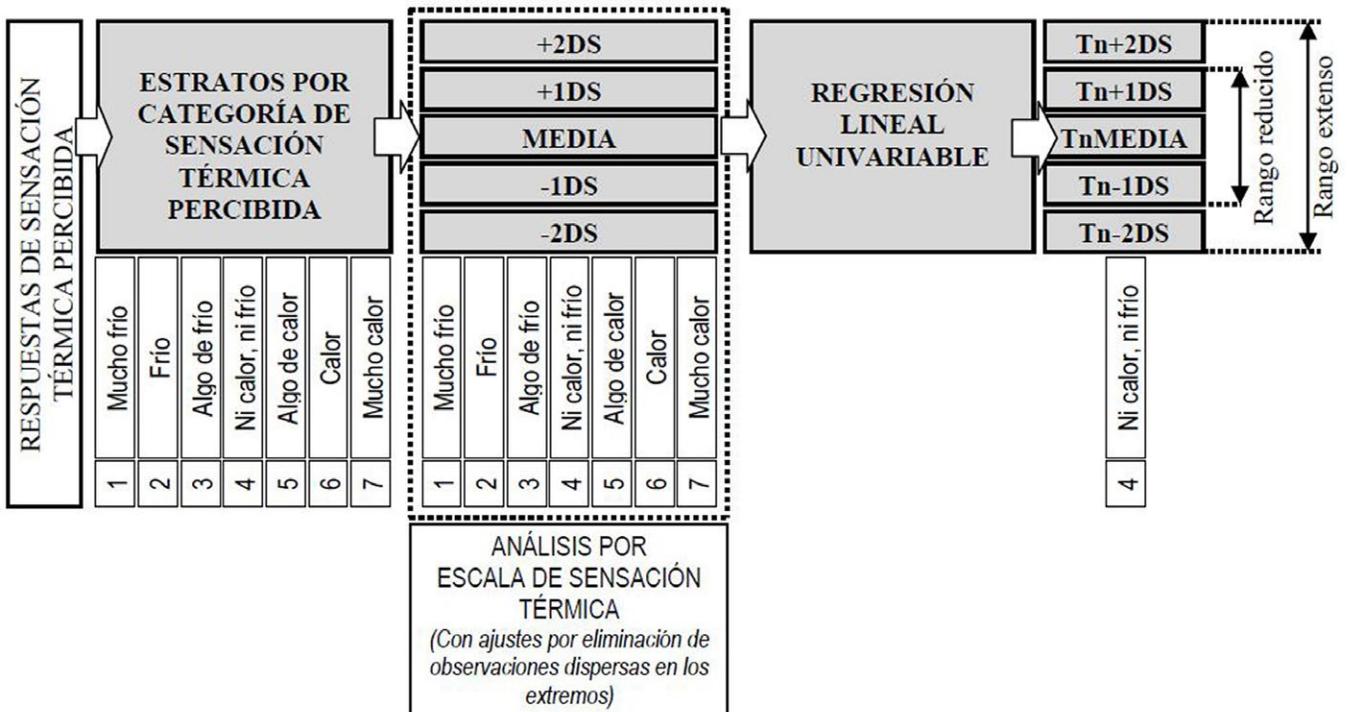
**Fuente:** elaboración propia (2020). CC BY.

### Procesamiento de datos

Los datos fueron correlacionados mediante el Método de Medias por Intervalos de Sensación Térmica (MIST) propuesto por Gómez-Azpeitia et al. (2007), citado y aplicado por Bojórquez et al. (2010) y por Rincón-Martínez et al. (2020), entre otros. El método consiste en correlacionar estadísticamente la sensación térmica (ST) con

cada una de las variables físicas registradas, adicionando y sustrayendo 1 y 2 veces la desviación estándar (DS) de cada media para determinar el rango de confort reducido y el rango de confort reducido extenso, respectivamente. Para calcular el valor de neutralidad, se utilizó la abscisa que resulta del cruce de la ordenada 4 con la línea de regresión (figura 7).

**Figura 7.** Estimación de valor neutro de temperatura ( $T_n$ ) con el método de medias por intervalo de sensación térmica



**Fuente:** Rincón-Martínez et al. (2020)®.

## RESULTADOS

Se recogieron 743 observaciones, de las cuales solo 670 fueron consideradas para el análisis, ya que el resto presentaron cierto grado de incertidumbre. Ninguna de las observaciones se presentó por encima de la categoría *Calor*, debido a que el estudio se realizó durante el periodo frío.

### Sensación térmica por temperaturas

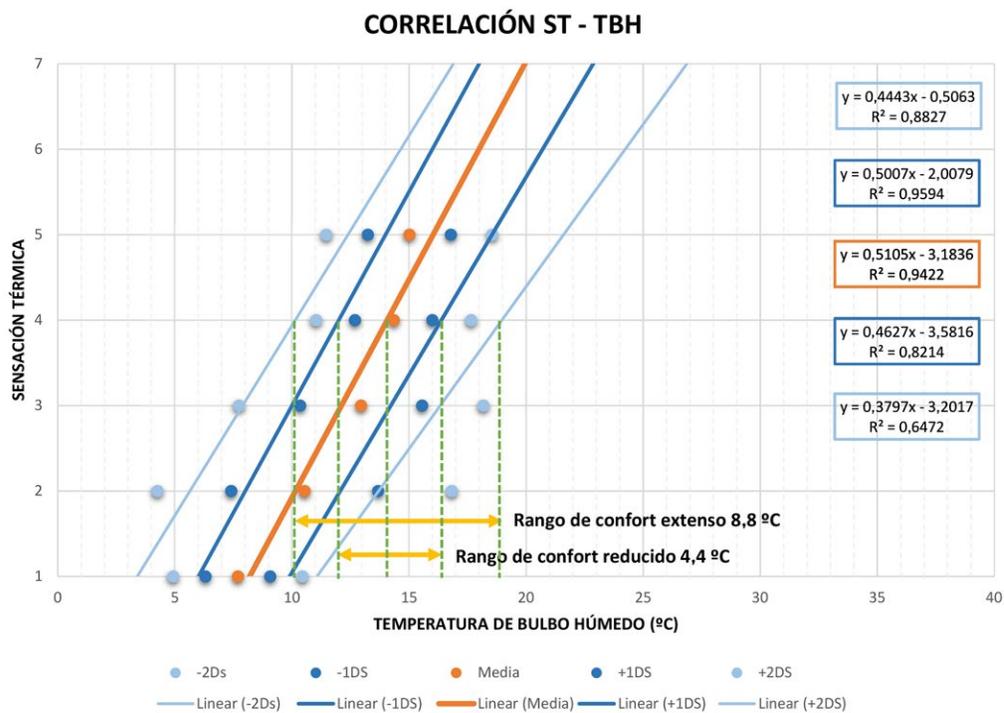
Con base en la correlación de los datos fue posible estimar la temperatura de bulbo húmedo neutral (TBHn) en 14,1 °C, con un

rango reducido de confort de 12,0 °C a 16,4 °C y un rango extenso de confort de 10,1 °C a 19,0 °C; los rangos de confort no fueron equidistantes a la TBHn, pues el límite superior presenta mayor alejamiento respecto al valor neutro (figura 8), lo que significa que la adaptación se da por encima de la temperatura media. Los valores de la media dentro de los rangos de confort extenso corresponden a las categorías 2 a 5 (*Frío a Calor*), mientras que para el reducido solo corresponden de la 3 a la 5 (*Algo de frío a Calor*).

**Figura 8.** Temperatura de bulbo húmedo neutral y rangos de confort para periodo frío

| DS  | ST                | ESCALA | -2Ds | -1DS | Media | +1DS | +2DS |
|-----|-------------------|--------|------|------|-------|------|------|
| 1,4 | Mucho frío        | 1      | 4,9  | 6,3  | 7,7   | 9,1  | 10,5 |
| 3,1 | Frío              | 2      | 4,3  | 7,4  | 10,5  | 13,7 | 16,8 |
| 2,6 | Algo de frío      | 3      | 7,7  | 10,4 | 13,0  | 15,6 | 18,2 |
| 1,7 | Ni calor, ni frío | 4      | 11,0 | 12,7 | 14,3  | 16,0 | 17,7 |
| 1,8 | Algo de calor     | 5      | 11,5 | 13,2 | 15,0  | 16,8 | 18,6 |
|     | Calor             | 6      |      |      |       |      |      |
|     | Mucho calor       | 7      |      |      |       |      |      |

| TBH     | TBHn -2Ds | TBHn -1DS | TBHn Media | TBHn +1DS | TBHn +2DS |
|---------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| NEUTRAL | 10,1      | 12,0      | 14,1       | 16,4      | 19,0      |
| Umbral  | -4        | -2,1      |            | 2,3       | 4,9       |



Fuente: elaboración propia (2020). CC BY.

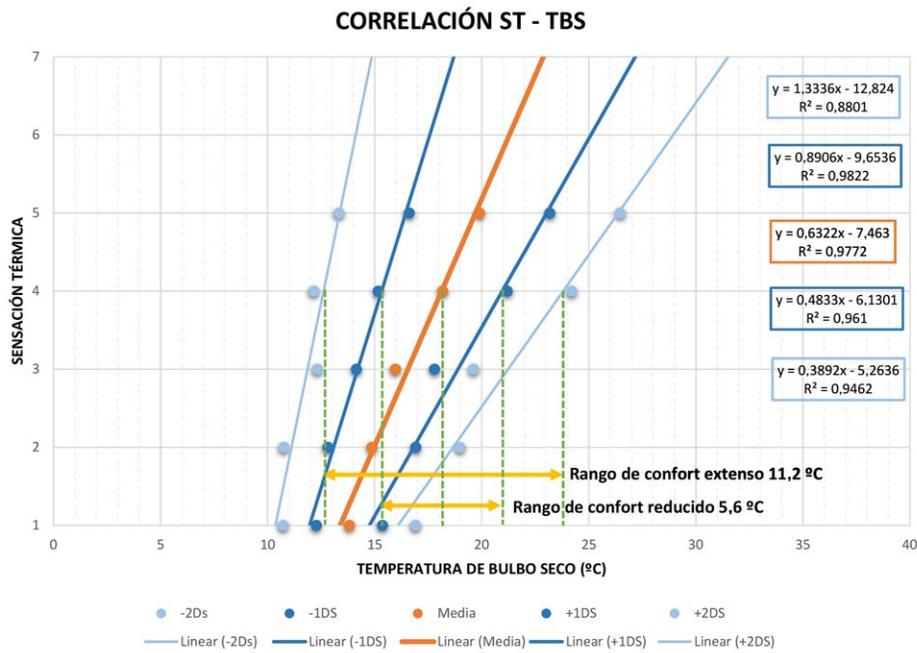
Por su parte, la temperatura de bulbo seco neutral (TBSn) se estimó en 18,1 °C, con un rango de confort reducido de 15,3 °C a 21,0 °C, y un extenso de 12,6 °C a 23,8 °C. En este caso, los rangos de confort son equidistantes a la TBSn con

un umbral de  $\pm 2,8$  °C y  $\pm 5,5$  °C, respectivamente (figura 9). Todos los valores medios están dentro del rango de confort extenso; sin embargo, los valores extremos que representan la -2 DS no se encuentran dentro de ningún rango de confort.

**Figura 9.** Temperatura de bulbo seco neutral y rangos de confort para periodo frío.

| DS  | ST                | ESCALA | -2Ds | -1DS | Media | +1DS | +2DS |
|-----|-------------------|--------|------|------|-------|------|------|
| 1,5 | Mucho frío        | 1      | 10,7 | 12,3 | 13,8  | 15,4 | 16,9 |
| 2,1 | Frío              | 2      | 10,8 | 12,8 | 14,9  | 16,9 | 19,0 |
| 1,8 | Algo de frío      | 3      | 12,3 | 14,2 | 16,0  | 17,8 | 19,6 |
| 3,0 | Ni calor, ni frío | 4      | 12,2 | 15,2 | 18,2  | 21,2 | 24,2 |
| 3,3 | Algo de calor     | 5      | 13,3 | 16,6 | 19,9  | 23,2 | 26,5 |
|     | Calor             | 6      |      |      |       |      |      |
|     | Mucho calor       | 7      |      |      |       |      |      |

| TBS            | TBSn -2Ds | TBSn -1DS | TBSn Media | TBSn +1DS | TBSn +2DS |
|----------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| <b>NEUTRAL</b> | 12,6      | 15,3      | 18,1       | 21,0      | 23,8      |
| <b>Umbral</b>  | -5,5      | -2,8      |            | 2,9       | 5,7       |

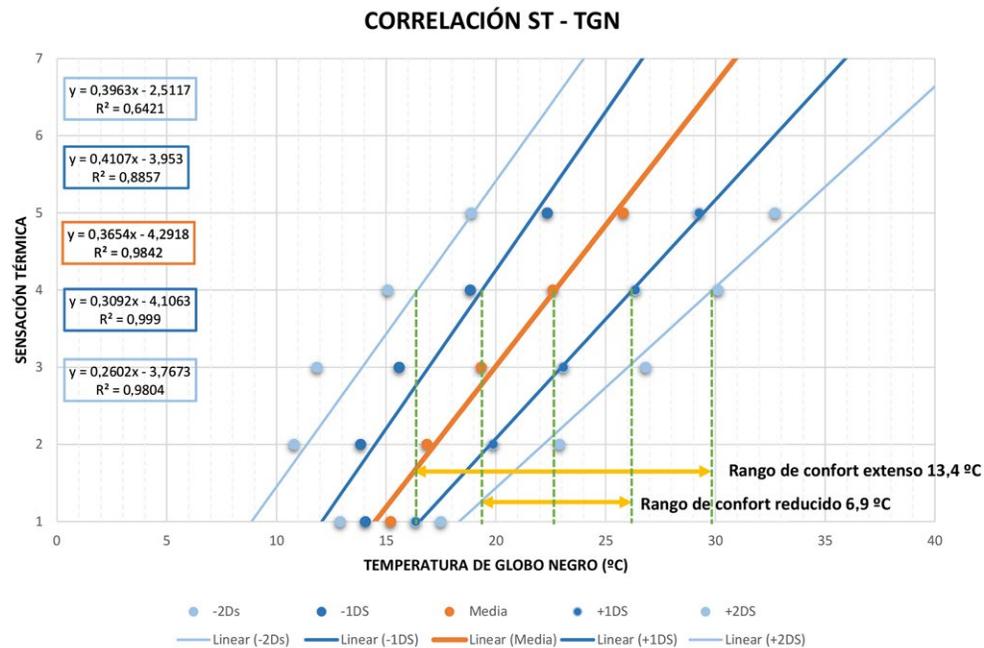


Fuente: elaboración propia (2020). CC BY.

**Figura 10.** Temperatura de globo negro neutral y rangos de confort para periodo frío.

| DS  | ST                | ESCALA | -2Ds | -1DS | Media | +1DS | +2DS |
|-----|-------------------|--------|------|------|-------|------|------|
| 1,1 | Mucho frío        | 1      | 12,9 | 14,1 | 15,2  | 16,3 | 17,5 |
| 3,0 | Frío              | 2      | 10,8 | 13,8 | 16,9  | 19,9 | 22,9 |
| 3,7 | Algo de frío      | 3      | 11,8 | 15,6 | 19,3  | 23,1 | 26,8 |
| 3,8 | Ni calor, ni frío | 4      | 15,1 | 18,8 | 22,6  | 26,4 | 30,1 |
| 3,5 | Algo de calor     | 5      | 18,9 | 22,3 | 25,8  | 29,3 | 32,7 |
|     | Calor             | 6      |      |      |       |      |      |
|     | Mucho calor       | 7      |      |      |       |      |      |

| TGN            | TGNn -2Ds | TGNn -1DS | TGNn Media | TGNn +1DS | TGNn +2DS |
|----------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| <b>NEUTRAL</b> | 16,4      | 19,4      | 22,7       | 26,2      | 29,9      |
| <b>Umbral</b>  | -6,3      | -3,3      |            | 3,5       | 7,2       |



Fuente: elaboración propia (2020). CC BY.

La temperatura de globo negro neutral (TGNn) resultó en 22,7 °C, con un rango de confort reducido de 19,4 °C a 26,2 °C, y uno extenso de 16,4 °C a 29,9 °C. El límite superior del rango de confort extendido (+2 DS) presenta mayor distanciamiento con respecto a la TGNn con un valor de +7,1 °C, mientras que el límite inferior representa -6,3 °C. Sin embargo, los límites superior e inferior del rango de confort reducido se encuentran equidistantes con respecto a la media (figura 10). Además, al igual que con la TBH, los valores medios se encuen-

tran dentro del rango de confort solo a partir de la categoría 2 (*Frío*).

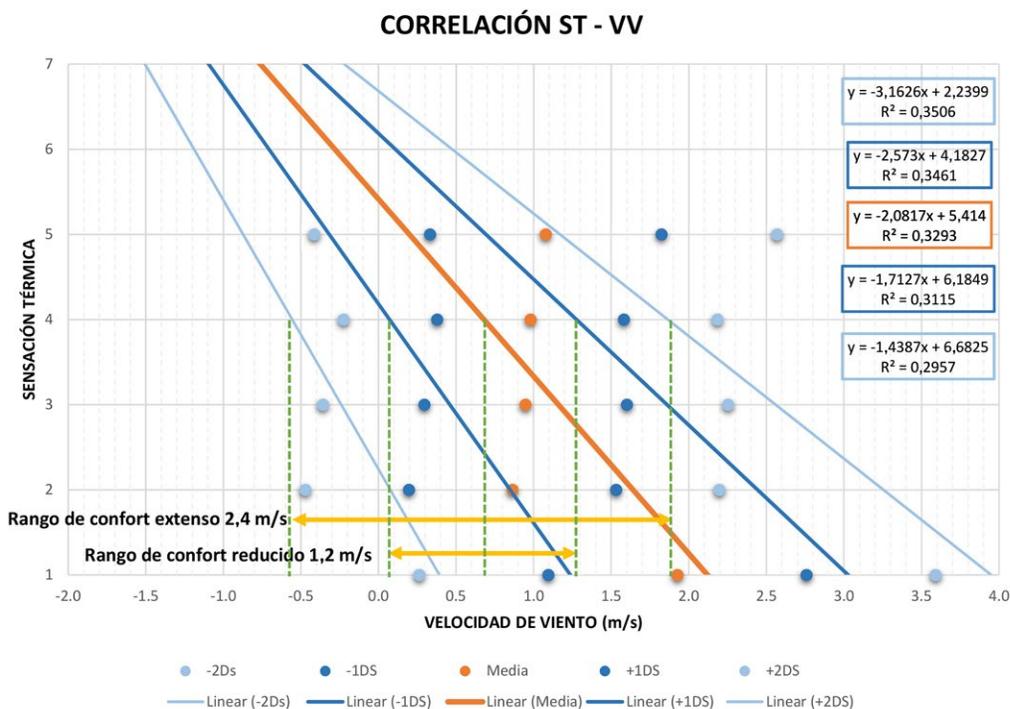
### Sensación térmica por velocidad de viento y humedad relativa

La velocidad de viento neutra (VVn) estimada fue de 0,7 m/s, con un rango de confort reducido de 0,1 m/s a 1,3 m/s, y uno extenso de 0,0 m/s a 1,9 m/s; lo que representa una amplitud de ±0,6 m/s y ±0,95 m/s, respectivamente (figura 11).

**Figura 11.** Velocidad de viento neutral y rangos de confort para periodo frío

| DS  | ST                | ESCALA | -2Ds | -1DS | Media | +1DS | +2DS |
|-----|-------------------|--------|------|------|-------|------|------|
| 0,8 | Mucho frío        | 1      | 0,3  | 1,1  | 1,9   | 2,8  | 3,6  |
| 0,7 | Frío              | 2      | -0,5 | 0,2  | 0,9   | 1,5  | 2,2  |
| 0,7 | Algo de frío      | 3      | -0,4 | 0,3  | 0,9   | 1,6  | 2,3  |
| 0,6 | Ni calor, ni frío | 4      | -0,2 | 0,4  | 1,0   | 1,6  | 2,2  |
| 0,7 | Algo de calor     | 5      | -0,4 | 0,3  | 1,1   | 1,8  | 2,6  |
|     | Calor             | 6      |      |      |       |      |      |
|     | Mucho calor       | 7      |      |      |       |      |      |

| VV      | VVn -2Ds | VVn -1DS | VVn Media | VVn +1DS | VVn +2DS |
|---------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| NEUTRAL | -0,6     | 0,1      | 0,7       | 1,3      | 1,9      |
| Umbral  | -1,3     | -0,6     |           | 0,6      | 1,2      |



**Fuente:** elaboración propia (2020). CC BY.

En el caso particular del análisis de la sensación térmica por humedad relativa, el número de observaciones consideradas se redujo a 502, porque se omitieron datos que representaban riesgos en el comportamiento típico de la regresión lineal, debido a las condiciones ambientales especiales llamadas Vientos de Santa Ana que se presentaron durante la aplicación de cuestionarios. La humedad relativa

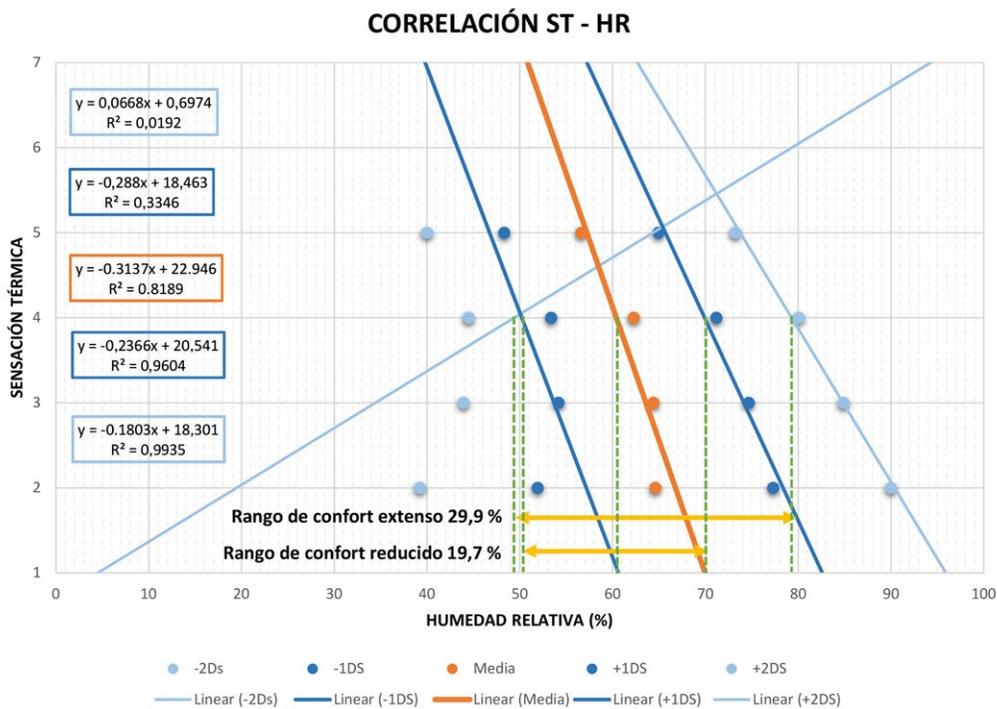
neutra (HRn) se estimó en 60,4 %, con rango de confort reducido de 50,2 % a 69,9 %, y uno extenso de 49,4 % a 79,3 %.

La mayoría de las observaciones registradas, tanto en la media como en la adición de ±1 DS, se encuentran dentro de los rangos de confort, principalmente los de las escalas 2, 3 y 4 (*Frío*, *Algo de frío* y *Ni calor, ni frío*) (figura 12).

**Figura 12.** Humedad relativa neutral y rangos de confort para periodo frío

| DS   | ST                | ESCALA | -2Ds | -1DS | Media | +1DS | +2DS |
|------|-------------------|--------|------|------|-------|------|------|
|      | Mucho frío        | 1      |      |      |       |      |      |
| 12,7 | Frío              | 2      | 39,2 | 51,9 | 64,6  | 77,3 | 90,0 |
| 10,2 | Algo de frío      | 3      | 43,9 | 54,2 | 64,4  | 74,7 | 84,9 |
| 8,9  | Ni calor, ni frío | 4      | 44,5 | 53,4 | 62,3  | 71,2 | 80,1 |
| 8,3  | Algo de calor     | 5      | 40,0 | 48,3 | 56,6  | 65,0 | 73,3 |
|      | Calor             | 6      |      |      |       |      |      |
|      | Mucho calor       | 7      |      |      |       |      |      |

| HR             | HRn -2Ds | HRn -1DS | HRn Media | HRn +1DS | HRn +2DS |
|----------------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| <b>NEUTRAL</b> | 49,4     | 50,2     | 60,4      | 69,9     | 79,3     |
| <b>Umbral</b>  | -11      | -10,2    |           | 9,5      | 18,9     |



Fuente: elaboración propia (2020). CC BY.

## DISCUSIÓN

El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) en las variables de temperatura es alto, según Bojórquez (2010), ya que los valores de  $R^2$  se encuentran por encima del 0,88. Con respecto a la humedad relativa, es alto, solo para las líneas de regresión media y las desviaciones estándar +1 y +2, con valores superiores al 0,81; presentando un bajo grado de dispersión en las desviaciones estándar negativas con valores de 0,01 para -2 DS y 0,33 para -1 DS. En la variable de velocidad de viento es en la que se observa menor coeficiente de determinación, incluso en línea de regresión media, con un valor de  $R^2 = 0,32$ .

Durante el periodo de estudio, los evaluados mostraron diversos niveles de adaptación conforme el ambiente térmico. La escala 1 de sensación térmica se relaciona con evaluados ubicados en sombra, en actividad pasiva, independientemente de que tengan arropamiento por encima de 1,5 clo, ya que interviene la velocidad de viento elevada. Para los demás niveles, el arropamiento era entre 1,0 y 1,5 clo, con actividades pasivas y ligeras, y una velocidad por debajo de 1,0 m/s; estas condiciones permitieron que el mayor número de evaluados se encontrara dentro del rango de confort para periodo frío.

## CONCLUSIONES

A pesar de ser regiones climáticas similares (mediterráneas), existen diferencias significativas en los rangos de confort derivadas de las particularidades locales que cada sitio presenta.

Los rangos de confort térmico estimados para el periodo frío de la ciudad de Ensenada respecto a la sensación térmica, se presentan en la tabla 2.

**Tabla 2.** Rangos de confort para el periodo frío de la ciudad de Ensenada

| Parámetro de confort estimado        | TBH            | TBS            | TGN            | VV       | HR             |
|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------|----------------|
| Límite superior del rango de confort | 19,0 °C        | 23,8 °C        | 29,9 °C        | 1,9 m/s  | 79,3 %         |
| Variable neutra                      | 14,1 °C        | 18,1 °C        | 22,7 °C        | 0,7 m/s  | 60,4 %         |
| Límite inferior del rango de confort | 10,1 °C        | 12,6 °C        | 16,4 °C        | -0,6 m/s | 49,4 %         |
| Amplitud del rango de confort        | -4,0 K / 4,9 K | -5,5 K / 5,7 K | -6,3 K / 7,2 K | ±1,2 m/s | -11 % / 18,9 % |

Fuente: elaboración propia (2020). CC BY.

Por lo tanto, el rango de temperatura estimado con el método MIST para el periodo térmico frío se establece en 12,6 a 23,8 °C, el cual es menor al establecido por Cohen et al. (2013, p. 1) para el mismo periodo y condiciones climáticas similares, tanto con respecto al límite inferior como al superior, con una diferencia de 6,4 K y 1,2 K, respectivamente. De igual manera, el límite inferior estimado en el presente estudio resultó menor al presentado por Yahia y Johansson (2013, p. 1) mediante el PET, con una diferencia de 8,4 K. Así mismo,

presenta las mismas diferencias con relación a los límites inferiores del rango de confort anual presentados por Andrade et al. (2011, p. 677) y Salata et al. (2015, p. 1).

En la tabla 3 se muestran los rangos de confort térmico estimados para diferentes ciudades con base en las investigaciones consultadas como parte del estado del arte de este estudio, con el fin de presentar un referente respecto a los resultados obtenidos y su posible aplicabilidad en sitios con condiciones físicas similares.

**Tabla 3.** Comparación de rangos de confort en periodo frío o anual en ciudades de clima mediterráneo

| Ciudad                                   | Clasificación climática | Método | Rango de confort en invierno | Rango de confort anual |
|--|-------------------------|--------|------------------------------|------------------------|
| Damasco, Siria (Yahia & Johansson, 2013) | Bsk                     | PET    | 21 - n.a. °C                 |                        |
| Ensenada, México (presente estudio)      | Bsk                     | MIST   | 12,6 ÷ 23,8 °C               |                        |
| Lisboa, Portugal (Andrade et al., 2011)  | Csa                     | PET    | -                            | 21 ÷ 23 °C             |
| Roma, Italia (Salata et al., 2015)       | Csa                     | PET    | -                            | 21,1 ÷ 29,2 °C         |
| Tel Aviv, Israel (Cohen et al., 2013)    | Csa                     | PET    | 19 - 25 °C                   | 19 – 26 °C             |

Fuente: elaboración propia (2020). CC BY.

El hecho de que el rango de confort estimado por el método MIST sea más bajo que los establecidos en las investigaciones analizadas se debe a varios factores: las condiciones específicas de cada sitio y a las características específicas de cada investigación.

Ensenada es una ciudad costera que colinda con el océano Pacífico, por lo que tiene una influencia directa del mar, lo que da como resultado una humedad relativa promedio anual de 75 %, con temperatura promedio máxima y mínima de 21,4 °C y 13,2 °C, respectivamente. En comparación, Damasco, que tiene la misma clasificación climática que Ensenada, se encuentra a 620 msnm y no cuenta con cuerpos de agua

cercanos, presenta temperaturas mínimas en invierno alrededor de los 0 °C, y una humedad relativa máxima del 60 % durante el invierno y cercana al 45 % durante el verano. Otra comparación es con Roma, que no tiene la misma clasificación climática, pero presenta condiciones de humedad relativa similares a las de Ensenada, a pesar de no contar con cuerpos de agua cercanos —el mar, como en el caso de Tel-Aviv (que presenta un rango de humedad relativa entre 55 % y 60 % en invierno), o ríos, como en Lisboa—.

En cuanto a las diferencias de las investigaciones, en la presente se efectuaron las entrevistas en dos horarios específicos y considerados

los más críticos en cuestión de temperaturas, mientras que en la investigación de Andrade et al. (2011) se efectuaron las entrevistas solamente por las tardes a mujeres y hombres (53 % y 47 %, respectivamente) en diferentes grupos de edad, principalmente entre 25-34 años, en diferentes niveles de actividad, principalmente de pie (75 %) y con un arropamiento máximo de 1,75 clo en invierno. Los espacios donde se llevaron a cabo las encuestas se encuentran a la orilla del río Tagus, son principalmente abiertos, áreas pavimentadas o ajardinadas; por su parte, en Cohen et al. (2013) se llevaron a cabo en tres tipos de espacios abiertos: parque urbano, una plaza pública y una calle cañón, en un periodo de cuatro años, y la mayor cantidad de encuestas se realizaron durante el invierno (931 de 1731), en un rango de edades menores a 50 años, predominando el grupo entre 30 a 40 años. En la de Salata et al. (2015, p. 51), las entrevistas se realizaron durante el día, en diferentes horarios, en rangos de horas más amplios que los utilizados en el presente estudio, y efectuaron la mayor cantidad de entrevistas durante el periodo de invierno (32 %). Los usuarios fueron mujeres y hombres (41 % y 59 %, respectivamente), con el grupo de edad predominante de 19 a 24 años. Las áreas de estudio se encontraban rodeadas por edificaciones de dos o más niveles y en algunos casos sombreados con vegetación. No hacen referencia a los resultados de arropamiento y actividad.

En Yahia y Johansson (2013, p. 617), las áreas de estudio eran similares a las del presente

estudio, pero en horarios predominantemente al mediodía; solo efectuaron dos encuestas en invierno en un horario alrededor de las 08:00 h y la mayoría concluían máximo a las 15:00 h.

Con lo anterior, se establece la importancia de determinar los rangos de confort específicos de cada región, ya que permite ofrecer diseños arquitectónicos y paisajísticos congruentes con los requerimientos del sitio y los procesos de adaptación del ocupante.

Es necesario analizar las características físicas propias de cada sitio, las condiciones de uso y las características de los usuarios, para poder crear propuestas de diseño de espacios exteriores acordes a las necesidades del sitio.

Con los rangos de confort establecidos en el presente estudio se pueden desarrollar estrategias específicas de diseño según las características de la población, en las diferentes ciudades de las cinco regiones mediterráneas que cuenten con características geográficas similares, así como similitudes en temperaturas promedio, altitud y cercanía al mar, ya que todas ellas cuentan con territorio costero.

Si bien la presente investigación se enfoca en determinar el rango de confort para espacios exteriores en ciudades con clima mediterráneo, esta puede tomarse como referencia para futuras investigaciones de la habitabilidad en espacios exteriores, como metodología para establecer rangos de confort en diferentes periodos térmicos y/o en otros tipos de clima.

## CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Este artículo deriva de una investigación llevada a cabo en la Universidad Autónoma de Baja California por el Cuerpo Académico UABC-CA-300 Arquitectura, Medio Ambiente y Energía, en el marco de Arquitectura Bioclimática y Sustentabilidad, y como parte de los trabajos de la asignatura Modelos de Confort Térmico del Programa de Doctorado en Arquitectura, Urbanismo y Diseño en la línea de investigación de Arquitectura y Medio Ambiente.

Esta publicación forma parte de la línea de investigación de Confort Térmico del proyecto denominado: “Estudios del potencial térmico

del suelo de Ensenada dirigido a la implementación de estrategias de acondicionamiento pasivo”, financiado por el Programa para el Desarrollo Profesional Docente para el Tipo Superior (PRODEP), con IDCA 28903, en el marco de la convocatoria 2018.

Los autores de este trabajo han realizado las siguientes contribuciones: Martínez-Bermúdez, E., el análisis de datos y la interpretación de los resultados; Rincón-Martínez, J.C., la concepción del estudio y el diseño experimental. Los autores declaran que no tienen conflictos de interés relevantes en relación con la investigación presentada.

## REFERENCIAS

- American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers [ANSI/ASHRAE] 55. (2023). *Thermal environmental conditions for human occupancy*. <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-55-thermal-environmental-conditions-for-human-occupancy>
- Andrade, H., Alcoforado, M. J., & Oliveira, S. (2011). Perception of temperature and wind by users of public outdoor spaces: Relationships with weather parameters and personal characteristics. *International Journal of Biometeorology*, 55(5), 665-680. <https://doi.org/10.1007/s00484-010-0379-0>
- Bojórquez, G. (2010). *Confort térmico en exteriores: actividades en espacios recreativos, en clima cálido seco extremo* [Tesis, Universidad de Colima]. [https://sistemas.ucol.mx/tesis\\_posgrado/resumen1717.htm](https://sistemas.ucol.mx/tesis_posgrado/resumen1717.htm)
- Bojórquez, G., Gómez-Azpeitia, L. G., García-Cueto, O. R., Ruiz-Torres, R. P., & Luna, A. (2010). Temperatura neutral y rangos de confort térmico para exteriores, periodo cálido en clima cálido seco. *Ambiente Construido*, 10(2), 133-146. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212010000200009>
- Cohen, P., Potchter, O., & Matzarakis, A. (2013). Human thermal perception of Coastal Mediterranean outdoor urban environments. *Applied Geography*, 37(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2012.11.001>
- Creative Research Systems. (2012). *Sample size calculator*. The Survey System. <http://www.surveysystem.com/sscalc.htm>
- Fuentes, V. (2004). *Clima y arquitectura*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.
- International Organization for Standardization [ISO] 10551. (1995). *Ergonomics of the thermal environment - Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales* (First).
- International Organization for Standardization [ISO] 7726. (1998). *Ergonomics of the thermal environment — Instruments for measuring physical quantities*.
- International Organization for Standardization [ISO] 7730. (2005). *Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*.
- Polade, S. D., Gershunov, A., Cayan, D. R., Dettinger, M. D., & Pierce, D. W. (2017). Precipitation in a warming world: Assessing projected hydro-climate changes in California and other Mediterranean climate regions. *Scientific Reports*, 7(1), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-11285-y>
- Rincón-Martínez, J. C., Martínez-Torres, K. E., González-Trevizo, M. E., & Fernández-Melchor, F. (2020). Modelos matemáticos para estimar el confort térmico adaptativo en espacios interiores: Un estudio en la transición térmica de Ensenada, B.C. *Ingeniería Revista Académica de la Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Yucatán*, 24(1), 1-17. <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/ojs/index.php/ingenieria/article/view/186>
- Rincón, J., Bojórquez, G., Fuentes, V., & Calderón, C. (2017). Adaptive Thermal comfort in learning spaces: A study of the cold period in Ensenada, Baja California. *Journal of Natural Resources and Development*, 96-107. <https://doi.org/10.5027/jnrd.v7i0.12>
- Salata, F., Golasi, I., de Lieto Vollaro, R., & de Lieto Vollaro, A. (2015). Outdoor thermal comfort in the Mediterranean area. A transversal study in Rome, Italy. *Building and Environment*, 96, 46-61. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.11.023>
- Sanz-Cobena, A., Lassaletta, L., Aguilera, E., Prado, A. del, Garnier, J., Billen, G., ... Smith, P. (2017). Strategies for greenhouse gas emissions mitigation in Mediterranean agriculture: A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 238(January 2017), 5-24. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.09.038>
- Yahia, M. W., & Johansson, E. (2013). Evaluating the behaviour of different thermal indices by investigating various outdoor urban environments in the hot dry city of Damascus, Syria. *International Journal of Biometeorology*, 57(4), 615-630. <https://doi.org/10.1007/s00484-012-0589-8>

# Bibliometric Analysis of the Relationship between Stress and the Built Environment (1993-2023)

Análisis bibliométrico de la relación entre el estrés y el entorno construido (1993-2023)

Received: October 26 / 2023 • Evaluated: February 12 / 2024 • Accepted: April 1 / 2024

## HOW TO CITE

Şahiner-Tufan, A., & Midilli-Sarı, R. (2024). Bibliometric Analysis of the Relationship between Stress and the Built Environment (1993–2023). *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(2), 167-188. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.5611>

Ayşe Şahiner-Tufan\*

Karadeniz Technical University, Trabzon (Turkey)  
Faculty of Architecture, Department of Interior Architecture

Reyhan Midilli-Sarı\*\*

Karadeniz Technical University, Trabzon (Turkey)  
Faculty of Architecture, Department of Architecture

## ABSTRACT

The study aimed to determine the place, orientation, and effectiveness of stress on the built environment in the scientific literature. Bibliographic analyses were conducted by searching the Web of Science database, selecting all fields, and using the keywords “stress” and “built environment” together. Researchers examined 1,157 publications related to stress and built environment according to research fields, year of publication, language, country of publication, publication category, publication type, publication indexes, and published sources with the help of charts. The data related to architecture were also considered. Researchers ran bibliographic map analyses in VOSviewer 1.6.19 software and Biblioshiny-R Studio programs to provide visual richness and create quality maps. The bibliographic map analysis included network analysis (co-author, co-occurrence of author keywords, citation), thematic analysis, and trend topic analysis. As a result, “stress” of usage was most prominent in engineering sciences, studies in architecture were limited, and the country with the highest number of publications and citations on the subject was the USA. The quality of life, COVID-19, heat stress, and machine learning concepts were the most used keywords in recent years.

## Keywords:

bibliometric analysis; Biblioshiny; built environment; stress; Vosviewer

## RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo determinar el lugar, la dirección y la eficacia del estrés en el entorno construido a partir de la literatura científica. Se realizaron análisis bibliográficos mediante búsquedas en la base de datos Web of Science seleccionando todos los campos y utilizando conjuntamente las palabras clave “*stress*” y “*built environment*”. Se revisaron 1157 publicaciones relacionadas con el estrés y el entorno construido según los campos de investigación, el año de publicación, el idioma, el país de publicación, la categoría de publicación, el tipo de publicación, los índices de publicación y las fuentes publicadas con ayuda de gráficos. También se examinaron los datos relacionados con la arquitectura. Además, los investigadores efectuaron análisis de mapas bibliográficos en los programas VOSviewer 1.6.19 y Biblioshiny-R Studio para proporcionar riqueza visual y generar mapas de calidad. El análisis de mapas bibliográficos incluyó análisis de redes (coautores, palabras clave de coautores, citas), análisis temáticos y análisis de tendencias temáticas. Como resultado, el “estrés” del uso fue más notorio en las ciencias de la ingeniería, los estudios en arquitectura fueron limitados y el país con mayor número de publicaciones y citas sobre el tema fue Estados Unidos. Los conceptos de calidad de vida, covid-19, estrés térmico y aprendizaje automático fueron las palabras clave más utilizadas en los últimos años.

### Palabras clave:

análisis bibliométrico; Biblioshiny; entorno construido; estrés; Vosviewer

- ✦ BSc and MSc, Department of Interior Architecture, Karadeniz Technical University, Trabzon (Turkey).
  - ◆ <https://scholar.google.com/citations?user=k2Tcl2IAAAAJ&hl=tr>
  - 📄 <https://orcid.org/0000-0003-4260-3013>
  - ✉ [aysesahiner@ktu.edu.tr](mailto:aysesahiner@ktu.edu.tr) [aysesahinertufan@gmail.com](mailto:aysesahinertufan@gmail.com)
  
- ✦ BSc, MSc, and PhD, Department of Architecture, Karadeniz Technical University, Trabzon (Turkey).
  - ◆ <https://scholar.google.com.tr/citations?user=AUJfAk-oAAAAJ&hl=tr>
  - 📄 <https://orcid.org/0000-0002-9069-5656>
  - ✉ [rmidilli@ktu.edu.tr](mailto:rmidilli@ktu.edu.tr) [remidilli@hotmail.com](mailto:remidilli@hotmail.com)

## INTRODUCTION

Modern times have begun to be called the age of stress, as stresses that deeply affect human life, such as mourning, separation, and illness, as well as daily stresses like work stress, urban stress, and hospital stress, have gradually increased. This situation, which causes diseases that negatively affect health and can result in death in later stages, appears as a health problem that needs to be emphasized in every field, and solutions should be developed.

The concept of stress, which has multifaceted and complex meanings, has been used in many branches of science, such as medicine, psychology, and sociology, from the past to the present. Used in the past to mean trouble, disaster, power, pressure, and difficulty, it has also been expressed as the basis of poor health as time progresses (Cofer & Appley, 1964; Lazarus & Folkman, 1984; Ünlü, 1998). In fields such as engineering and physics, it is stated as the resistance and tension of the substance, material, or structure (Umamaheshwer Rao et al., 2016). Stress, a pandemic public health problem (Beil & Hanes, 2013), is defined as the body's non-specific response to any demand placed on it (Selye, 1976). While stress affects the body's well-being, it also causes energy depletion and a poor quality of life (Baum et al., 1985). Besides, environmental stimuli such as poverty, crowds, and noise cause stress. In this case, stress also occurs when human-environment interaction results in a negative experience (Bilotta & Evans, 2015). In architecture, the discipline of designing healthy, comfortable, and safe spaces for people, researchers have tried to establish relationships between stress and the built environment from an interdisciplinary approach. They have studied how people cope with environmental stressors and react to stimuli (Rapoport, 1978; Rashid & Zimring, 2008).

Research on nature has determined the basis of the relationship between humans and the environment. Various studies have proven that the built environment affects people physically and psychologically (Göregenli, 2010; Günal, 2006; Morval, 1985). While the built environment can become a stressor, it can also contribute to reducing existing stress with some precautions (McEwen & Stellar, 1993).

Stress, which depends on environmental sensation, organism, and cultural factors, has a cumulative feature. Different lifestyles, perceptions, cultures, quality of life, and events can also create differences in stress levels. According to Ünlü (1998), the freedom to choose the built environment and the suitability of the built environment for the person show the qualities of the physical pattern. The level of stimulus in the built environment can affect people differently. While low stimulation may cause the environment to be perceived as ordinary, tedious, or

gloomy, excessive stimulation may cause a lack of concentration and distraction (Kutlu, 2018).

As the researchers began to discuss the effects of the built environment on human health, it seems that theories and design approaches have emerged to reduce stress or cope with existing stress in architectural surroundings. These are Psychoevolutionary Theory (Ulrich, 1983), Healing Environment (Ulrich, 1984), Salutogenic Approach (Antonovsky, 1987), Stress Reduction Theory (Ulrich, 1983), Restorative Environment (Kaplan, 1995), Samuelli Institute-Optimal Healing Environment (Ghazali & Abbas, 2012), and Supportive Design Approach (Dilani, 2008). Ulrich (1984) carried out studies in this field, developed various theories and approaches, and associated his studies on nature regarding stress to the built environment. His studies concluded that the natural environment and landscapes were good for negative situations like stress. He emphasized that the characteristics of nature should be associated with the built environment. In addition, various researchers have stated that spaces that encourage and engage people both mentally and socially are away from noise, benefit from daylight, are supported by aesthetic and artistic elements, and provide confidence have positive effects on stress (Dilani, 2015; Eriksson, 2016; Heerwagen et al., 1995; Karaca, 2018).

In addition to scientific studies on stress, limited bibliometric studies evaluate data on the subject. Some of these include studies in the scientific area of neuroarchitecture, another approach suggesting that the built environment's stress-causing parameters affect human physical health (Ghamari & Sharifi, 2021; Ghamari et al., 2021). However, more detailed studies on the subject have not been conducted. In this regard, the framework of the study is to show the development of the relationship between stress and the built environment over the years in the scientific literature to emphasize its importance in the built environment because stress is a concept on the agenda and closely related to health and to identify the most discussed and missing points. In this context, the study aims to perform a bibliometric analysis of the scientific literature by questioning the concepts of "stress" and "built environment" together. Thus, information has been obtained on the main topics and discussion areas regarding stress and the built environment in the scientific field, the influential countries and authors in the field, the essential publications in the literature, and the most used keywords by year.

Depending on how stress is perceived, it has positive or negative effects on the person, which are manifested through the built environment, or in other words, architecture. Considering the built environment's impact on human-space interaction, the place of architecture studies in the scientific literature is also important. For this

reason, additional analyses were conducted to determine the place of architecture within this field and its prominent publications.

Bibliometric analysis is a method involving statistical data to evaluate the development trends of the current situation in a scientific field and to predict their future direction (Biswas et al., 2021; Okubo, 1997). Researchers use bibliometric methods to create structural images of scientific fields and contribute to creating objective sources for evaluating scientific literature (Storer & Crane, 1977). Bibliometric methods have two areas of use: performance analysis/bibliographic analysis and science mapping/bibliographic mapping. While performance analysis reveals the publication performance of authors and institu-

tions, science mapping reveals the structure and variables of the scientific field (Zupic & Cater, 2015). Bibliometric research is carried out in many fields based on particular databases such as WoS, Scopus, PubMed, DBLP, and Google Scholar (Biswas et al., 2021).

Software tools developed to perform bibliometric analysis are Excel, Bibexcel, Sitkis, CiteSpace, IN-SPIRE, CitNetExplorer, SciMAT, Sci2, VOSviewer, HisCite, Gephi, Pajek, UCINET, iGraph, and Biblioshiny (Emsen, 2022; Gürel, 2022). These programs may or may not work, depending on their file extensions. In addition, the program must be supported by another piece of software (Emsen, 2022). The analyses of this study were completed using VOSviewer 1.6.19 software and Biblioshiny-R Studio for visual richness purposes.

## METHODS

Bibliometric analysis, a quantitative research method, was used in the study. The bibliometric analysis method, a crucial step in

identifying gaps in the fields, is becoming increasingly common as it reveals the parameters that determine the quality of research

**Figure 1.** Research structure



**Source:** authors' elaboration.

(Abdullah & Sofyan, 2023). Recently, as in many other fields, there have been studies in which bibliometric analyses are made in architecture (Burkut, 2023; Varshabi et al., 2022). The study aims to perform a bibliometric analysis of the scientific literature by searching the concepts of “stress” and “built environment” together. In this context, since the study will determine the place, trend, and effectiveness of publications containing the stress-built environment relationship in the world literature, it is thought that the study will contribute to similar studies to be conducted in the future and will be a guide for researchers who will design research in this field. The study consists of data collection and analysis stages. We determined research concepts, data collection tools, and software tools in the data collection stage. In the data analysis phase, while the bibliographic analysis phase consists of analyzing the information obtained from Web of Science by converting it into a table, the bibliographic maps phase includes analyses on maps obtained through VoSviewer and Biblioshiny-R Studio (Figure 1).

### Data Collection

The data collection process was performed in the Web of Science database between 1 and 31 July 2023 for reasons such as providing comprehensive content from different disciplines, covering high-impact journals, being able to scan, providing quality analysis content, and being widely used (Li et al., 2018). As a result of the research conducted by selecting “all fields” in the WoS database and using the keywords “stress” and “built environment” together, we reached 1,157 scientific publications. Since the concept of stress is interdisciplinary, there was no category limitation. Moreover, there were no restrictions regarding publication year and scientific publication type during the search. In addition, a narrowing process was carried out to examine the publications in architecture, reaching 36 publications.

VoSviewer and Biblioshiny-R Studio software were preferred in the study to provide more functional, larger, and higher quality maps and to create different visual richness. VOSviewer was designed to create and visualize bibliometric networks (Van Eck & Waltman, 2010). Additionally, the software, run online via the web page (Moral-Muñoz et al., 2020), enables scientific research to be conducted together with existing or researcher-generated data by using data such as author, country, journal, citation, and keywords, and researchers can use the program for network visualization, overlay visualization, and density visualization analysis (Abdullah & Sofyan, 2023; Van Eck & Waltman, 2010).

Biblioshiny combines the ease of use of Bibliometrics and Shiny programs, making it possible to perform analyses and visualize

documents obtained from various databases (Huang et al., 2021). The program, running through RStudio, is frequently used because it offers high data visualization options (Aria & Cuccurullo, 2017).

### Data Analysis

Data analysis was discussed under performance (bibliometric) analysis and science (bibliographic) mapping. In the bibliometric analysis of scientific publications on stress and the built environment, we created tables regarding the distribution of studies according to research areas, publication year, language, country of publication, publication category, publication type, publication indexes, citations, and published sources through data obtained from the WoS database. In addition, a bibliographic analysis of studies conducted in architectural science was also carried out. The study’s publication year, country of publication, publication category, publication indexes, citations, and published sources were obtained from the WoS database, and the results are presented in tables.

The bibliographic mapping section visualized the data obtained from the WoS database using VoSviewer and Biblioshiny-R Studio software. Common author network analysis, co-occurrence keyword network analysis, authors’ citation network analysis, countries’ citation network analysis, and authors’ co-citation network analysis were achieved through VoSviewer software. Co-author analysis is called the concrete expression of collaborations in scientific research. Co-occurrence keyword analysis refers to the concepts used in the publications considered to be central in the publications examined. As the frequency of the occurrence of concepts increases, the strength of the connection increases. Citation analysis was used to classify publications, detect their spread in the network, and reveal their relationships with each other. Analyses were performed specifically for authors, institutions, and countries (Arslan, 2022).

Researchers analyzed Trend Topic and Thematic Map using Biblioshiny software. In Trend Topic analysis, you can see how frequently keywords are used according to years. Dark and large circles with a color tone going from light to dark in different sizes show high density. The authors applied a clustering algorithm to the keyword network in Thematic Map analysis. Each cluster is represented on a graph of centrality, density, and the form of four themes. The motor theme represents the highly efficient group and is the strongest in the literature. The niche theme is widely used but not central; the simple theme is the central group that is not used much, and the developing or disappearing theme shows the group with low centrality and density (Bibliometrix, 2023).

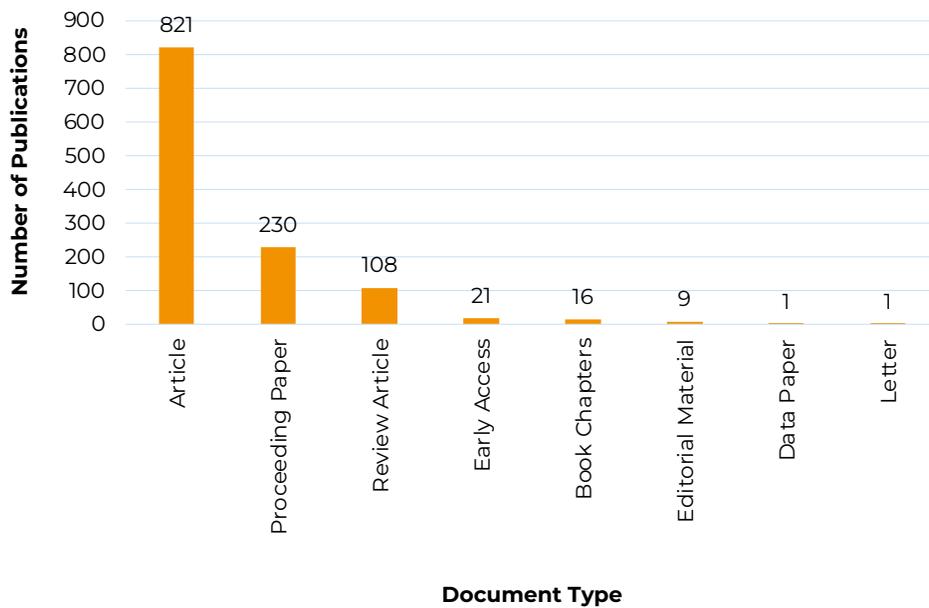
## RESULTS

### Bibliographic Analysis Results

With the keywords determined by selecting “all fields” in the WoS database, the search obtained 1,157 scientific publications published between

1991 and 2023. When examining the publications, we found 821 articles, 230 proceedings, 108 review articles, 21 early access articles, 16 book chapters, nine editorial content pieces, one data paper, and one letter from a different discipline (Figure 2).

**Figure 2.** Distribution of publications by document type.

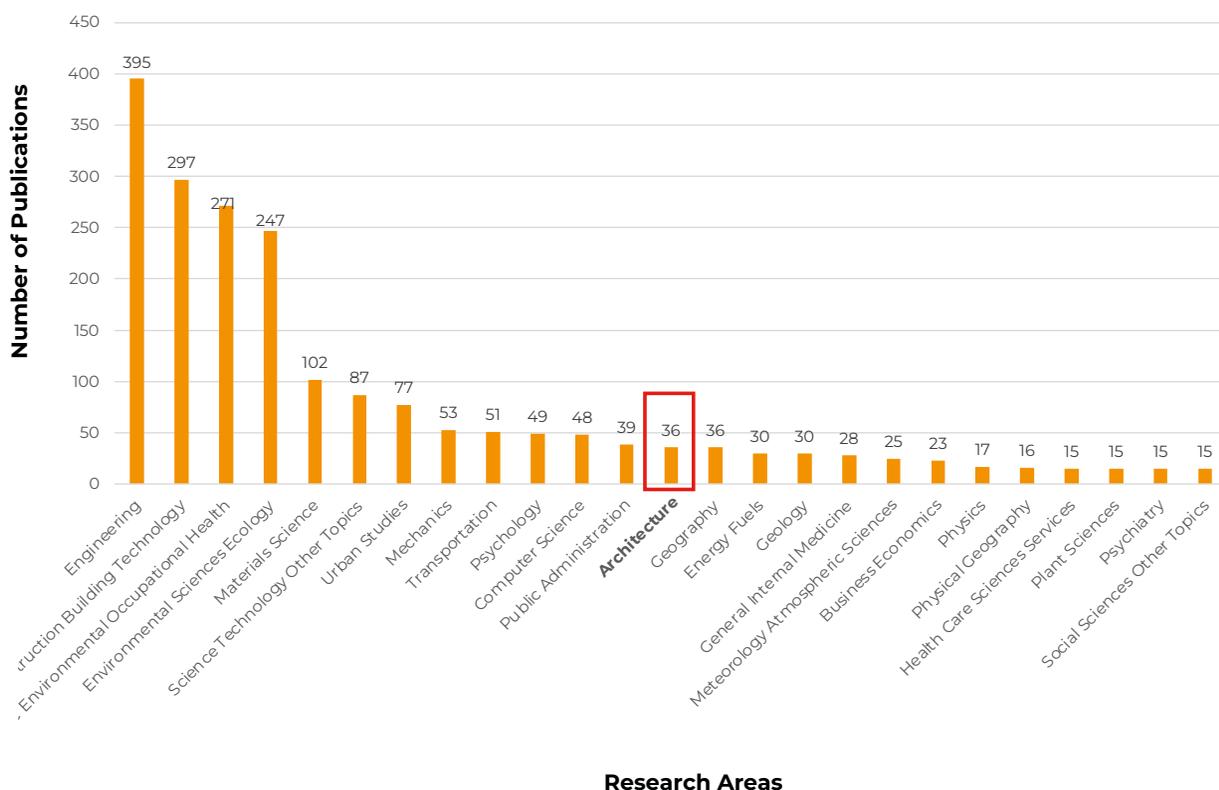


**Source:** visualized in Microsoft Excel based on WoS database results (2023).

When the distribution of the publications obtained from the research with the keywords “stress” and “built environment” was examined according to research areas, most publications were made in engineering, with 395 publications, and construction technology, with 297

publications. There were 271 publications in public environment and occupational health, 247 in environmental sciences and ecology, 102 in materials science, and 87 in science, technology, and other subjects. Architecture ranked 13th with 36 publications (Figure 3).

**Figure 3.** Distribution of publications by research area

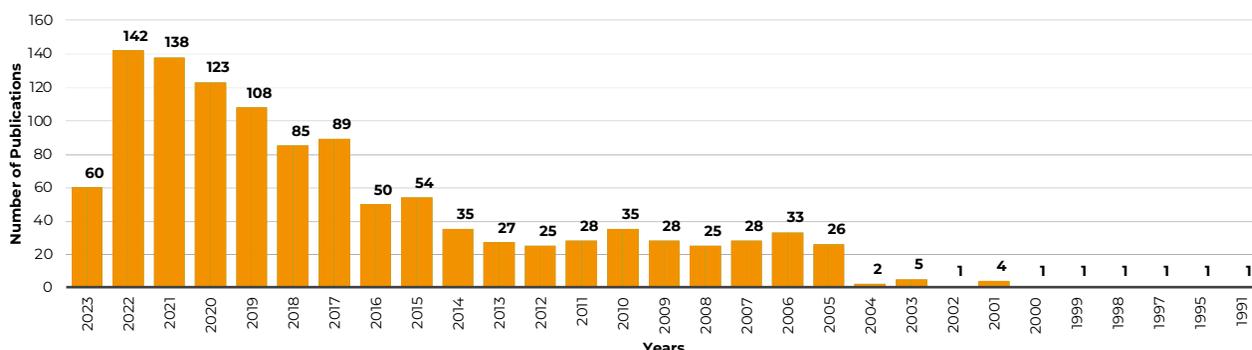


**Source:** visualized in Microsoft Excel based on WoS database results (2023).

There has been an increase in recent years when the distribution of publications by year was examined (Figure 4). As of 2017, publications in the last seven years constituted 64.4% of the studies conducted between 1991 and 2023. While the number of publications was in single digits between 1991 and 2004, it

increased to double digits between 2005 and 2018. While the publications were high in 2022, they were low in 1991-2000. The severe increase in publications in 2019 and 2022, especially in social sciences and humanities, has been inevitably related to the pandemic the world experienced in 2019.

**Figure 4.** Distribution of publications by year

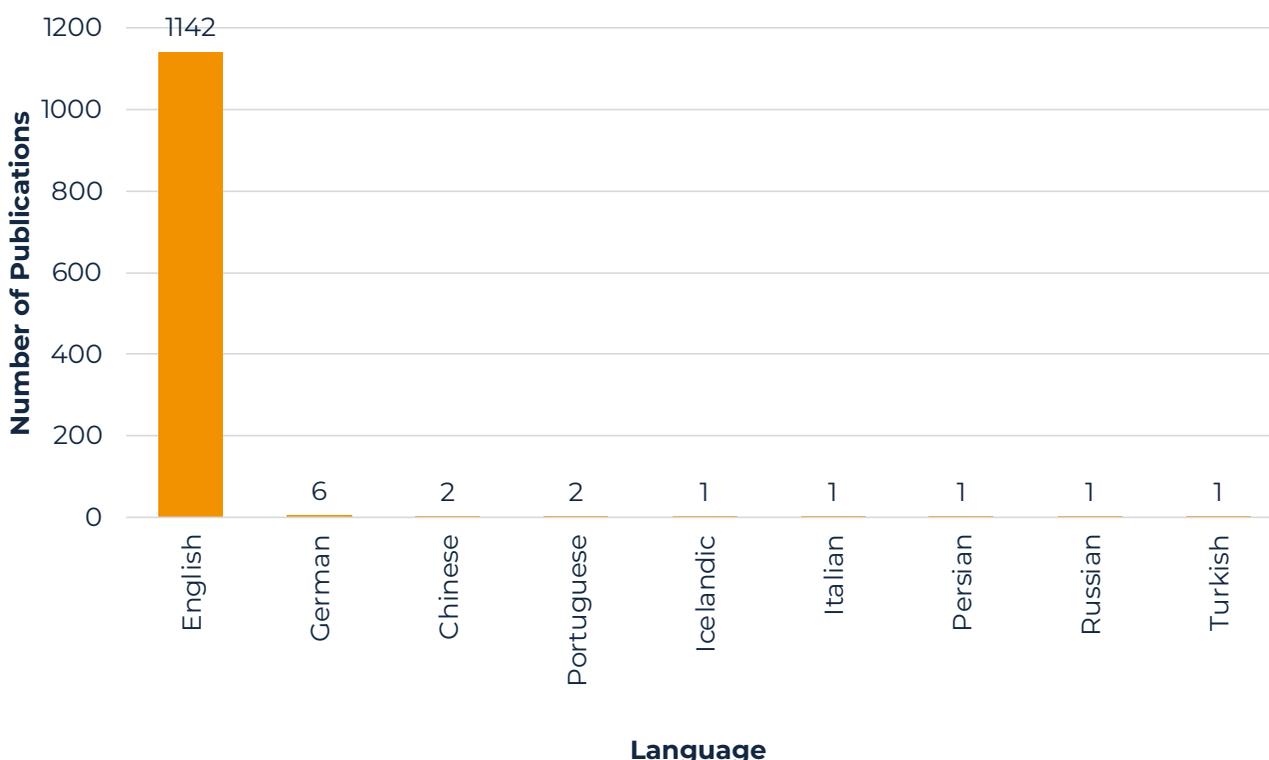


**Source:** visualized in Microsoft Excel based on WoS database results (2023).

Various languages were used in scientific language analysis. However, it is noteworthy that most studies (1,142) were in English. Six publications were in German, two in Chinese, two in Portuguese, and Icelandic, Italian,

Persian, Russian, and Turkish had one paper each (Figure 5). The fact that English is the official language of many countries and the most spoken language in the world has also affected the language of dissemination.

**Figure 5.** The writing language of the publications

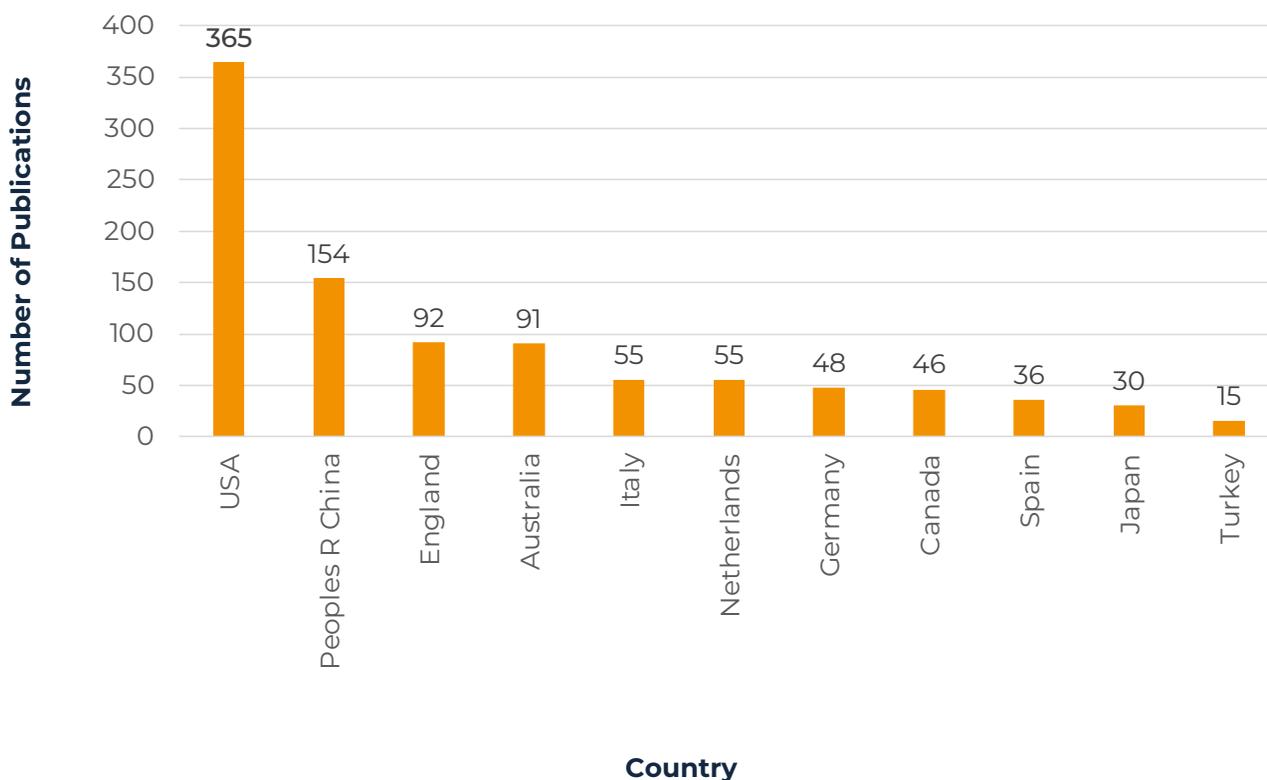


**Source:** visualized in Microsoft Excel based on WoS database results (2023).

When examined by country, publications on stress and the built environment were predominantly made in the United States (365), followed by The People’s Republic of China

(154), England (92), Australia (91), Italy and the Netherlands (55, each), Germany (48), Canada (46), Spain (36), and Japan (30) (Figure 6).

**Figure 6.** Distribution of publications by country



**Source:** visualized in Microsoft Excel based on WoS database results (2023).

When investigating the distribution of publications according to indexes (Table 1), there were 608 publications with the SCI-EXPANDED index, 476 with the SSCI index, and 216 with the CPCI-S index. ESCI with 142 publications, CPCI-SSH with 37 publications, A&HCI with 19 publications, BKCI-S with 12 publications, and BKCI-SSH with ten publica-

tions followed them. Considering Table 1, many studies were conducted in medicine, natural and applied sciences, and social sciences. The scarcity of publications in the arts and humanities draws attention. One of the most important reasons for this is that the concept of stress, being interdisciplinary, has its origins in medicine and psychology.

**Table 1.** Distribution of publications by index

| Web of Science Index   | Number of Publications | Publication Rate |
|--|------------------------|------------------|
| Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)                               | 608                    | 52.550           |
| Social Sciences Citation Index (SSCI)  | 476                    | 41.141           |
| Conference Proceedings Citation Index-Science (CPCI-S)                       | 216                    | 18.669           |
| Emerging Sources Citation Index (ESCI)                                       | 142                    | 12.273           |
| Conference Proceedings Citation Index-Social Science & Humanities (CPCI-SSH) | 37                     | 3.198            |
| Arts & Humanities Citation Index (A&HCI)                                     | 19                     | 1.642            |
| Book Citation Index-Science (BKCI-S)   | 12                     | 1.037            |
| Book Citation Index-Social Sciences & Humanities (BKCI-SSH)                  | 10                     | 0.864            |

**Source:** authors' elaboration based on WoS database results (2023).

When looking at the distribution of scientific studies according to documents, there are 127 studies in the book *WIT Transactions on the Built Environment*, 58 studies in the journal *Indoor and Built Environment*, 40 studies in the journal *Frontiers in Built Environ-*

*ment*, and 39 studies in *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Table 2). When examining the journal contents, the book chapters in *WIT Transactions on the Built Environment* were based on structure, engineering, and material science.

The publications in Indoor and Built Environment were shaped by construction technology, engineering and public environment, and occupational health issues. Publications on construction and engineering were also made in *Frontiers in Built Environment*. The *International Journal of Environmental Research*

and *Public Health* included environmental sciences, ecology, public environment, and occupational health studies. Although the number of publications was low, citations were relatively high in the *International Journal of Environmental Research and Public Health* and *Building and Environment*.

**Table 2.** Distribution of scientific studies according to the documents published

| Journal Name   | Number of Publications | Publication Rate | Number of Citations | Distribution of the Number of Citations per Year |      |      |      |      |
|--|------------------------|------------------|---------------------|--|------|------|------|------|
|  |                        |                  |                     | 2019   | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| <i>WIT Transactions on the Built Environment</i>                         | 127                    | 10.977           | 183                 | 23   | 20   | 23   | 17   | 8    |
| <i>Indoor and Built Environment</i>                                      | 58                     | 5.013            | 716                 | 52   | 89   | 147  | 185  | 119  |
| <i>Frontiers in Built Environment</i>                                    | 40                     | 3.457            | 263                 | 11   | 32   | 65   | 93   | 61   |
| <i>International Journal of Environmental Research and Public Health</i> | 39                     | 3.371            | 1976                | 187  | 254  | 488  | 522  | 292  |
| <i>Building and Environment</i>  | 27                     | 2.334            | 1004                | 62   | 117  | 191  | 241  | 142  |
| <i>Sustainability</i>  | 20                     | 1.729            | 137                 | 3  | 7    | 36   | 50   | 41   |
| <i>High-Performance Structures and Materials III</i>                     | 18                     | 1.556            | 38                  | 6  | 1    | 3    | 3    | 3    |
| <i>Health Place</i>  | 15                     | 1.296            | 454                 | 45   | 59   | 97   | 90   | 55   |
| <i>HERD Health Environments Research Design Journal</i>                  | 15                     | 1.296            | 183                 | 18   | 25   | 34   | 40   | 28   |
| <i>Science and Technology for the Built Environment</i>                  | 13                     | 1.124            | 76                  | 3  | 16   | 13   | 21   | 19   |

**Source:** authors' elaboration based on WoS database results (2023).

Table 3 shows the top 10 most cited publications. The article “The Built Environment and Mental Health,” published in 2003 in the *Journal of Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine*, ranked first with 670 citations. In the article, which was a compilation study, the effects of problems

arising from crowding, noise, privacy, furniture configuration, daylight, air quality, personal control, social support, and restoration parameters in the built environment on mental health were discussed, citing information from various user groups in residential and institutional environments.

**Table 3.** Most cited publications

| Sequence Number | Publication Name   | Year of Publication | Number of Citations |
|-----------------|--|---------------------|---------------------|
| 1               | The Built Environment and Mental Health  | 2003                | 670                 |
| 2               | Mental Health Benefits of Long-Term Exposure to Residential Green and Blue Spaces: A Systematic Review                     | 2015                | 578                 |
| 3               | Environmental Preference and Restoration: (How) Are They Related?  | 2003                | 479                 |
| 4               | Are Neighbourhood Characteristics Associated with Depressive Symptoms? A Review of Evidence                                | 2008                | 458                 |
| 5               | Urban Green Space and Its Impact on Human Health   | 2018                | 435                 |
| 6               | Noise and Well-Being in Urban Residential Environments: The Potential Role of Perceived Availability to Nearby Green Areas | 2007                | 353                 |

Continue in the next page »

| Sequence Number | Publication Name   | Year of Publication | Number of Citations |
|-----------------|--|---------------------|---------------------|
| 7               | Workspace Satisfaction: The Privacy-Communication Trade-off in Open-Plan Offices                 | 2013                | 335                 |
| 8               | Exposure to Greenness and Mortality in a Nationwide Prospective Cohort Study of Women            | 2016                | 294                 |
| 9               | Landscape And Well-Being: A Scoping Study on The Health-Promoting Impact of Outdoor Environments | 2010                | 282                 |
| 10              | Cultivation and Sequencing of Rumen Microbiome Members from the Hungate1000 Collection           | 2018                | 251                 |

**Source:** Authors' elaboration based on WoS database results (2023).

The article “Mental Health Benefits of Long-Term Exposure to Residential Green and Blue Spaces: A Systematic Review,” the 2nd most cited publication with 578 citations, was published in the *International Journal of Environmental Research and Public Health* in 2015. The bibliometric study aims to determine the effect of green and blue spaces on human mental health. Twenty-eight studies were reviewed, with PRISMA used to report reviews and analyses. While the study found a limited cause-and-effect relationship between adults' mental health and the green environment, the evidence was insufficient for children. Studies on the effect of blue spaces on mental health were also quite limited.

At the same time, the results obtained from different existing studies often varied depending on factors such as gender, social class, and physical activity, among others. “Environmental Preference and Restoration: (How) Are They Related?” was the 3rd most cited publication, with 479 citations. In the article published in the *Journal of Environmental Psychology* in 2003, the authors examined the connection between environmental preferences and psychological healing. After a horror movie, they showed the participants videos featuring the built and natural environment. They asked participants to rate these videos according to beauty, naturalness, etc. Additionally, a concentration test was performed after watching an environmental video. While natural environments were found to be more beautiful than built environments, it was determined that natural environments were better for people and increased concentration. A study revealed that emotional well-being was associated with preferring to be in natural environments.

When we examine the top 3 articles, we see that natural environments are better for people's mental health than built environments. The first study presented a broader framework regarding the built environment by touching on the parameters of the built environment.

The fact that it was literature for future studies and was one of the first studies on the subject in the early 2000s was among the reasons why it was the most cited publication. Apart from this, experimental studies in the relevant literature also attracted the attention of researchers. Notably, these studies were also related to architecture but appeared in journals scanned in medicine, psychology, health, and public health. Thus, the relationship between stress and the built environment, which started to be discussed in the late 1900s, has been closely associated with architecture in recent years.

### Bibliographic Analysis Results in Architecture

When an evaluation was explicitly made about publications in architecture, it is seen that the first publication was made in 2002. Additionally, the small number of publications showed that the studies in this field were new. The increase in stress today has revealed the need for studies in this area. Again, we can see that studies in architecture increased in 2019 and 2020 (Table 4). We think that the COVID-19 pandemic that occurred worldwide during this period may be one of the reasons for the increase in the number of publications. Curfews, social distancing, withdrawal from social life, working from home, illness, and death have caused a significant increase in stress. Therefore, these situations have affected the formation of living spaces.

Another striking issue was the high number of papers. The publication of these studies in the CPCI confirms this data. When looking at the distribution of scientific studies according to documents, there were seven studies at the conference named *IOP Conference Series Earth And Environmental Science*, five at the conference named *Sustainable Built Environment D A Ch Conference 2019 Sbe19 Graz*, five in *WIT Transactions on the Built Environment*, four in *Archnet Ijar International Journal of Architectural Research*, and four in *Journal of Interior Design*.

**Table 4.** Information about the field of architecture

| Document Type    |         |               | Number of Publications by Year (last five) |      |      |      |      | Country (first three) |     |         | Distribution of Citations by Year (last five) |      |      |      |      | Web of Science Index |        |       |      |
|------------------|---------|---------------|--|------|------|------|------|-----------------------|-----|---------|---|------|------|------|------|----------------------|--------|-------|------|
| Proceeding Paper | Article | Book Chapters | 2019                                       | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | Australia             | USA | Austria | 2019  | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | CPCISSH              | CPCI-S | A&HCI | ESCI |
| 20               | 14      | 2             | 8  | 5    | 1    | 1    | 0    | 6                     | 6   | 3       | 12  | 25   | 49   | 54   | 44   | 20                   | 19     | 10    | 4    |

**Source:** Author's elaboration based on WoS database results (2023).

Table 5 shows the top 10 most cited publications in architectural areas. The book chapter "Soundscapes, Human Restoration, and Quality of Life," the most cited among these publications, was published in 2016. The study explored the idea that access to high-quality acoustic environments may have a role in well-being, quality of life, and envi-

ronmental health. A high-quality acoustic environment provided direct restoration, and the person exposed to high noise had access to quiet places in or around the house. These were the two types of restoration that the authors emphasized. Reducing noise had effects such as reducing sleep quality, blood pressure, and stress.

**Table 5.** Most cited publications in architecture

| Sequence Number | Publication Name  | Year of Publication | Number of Citations |
|-----------------|---|---------------------|---------------------|
| 1               | Soundscapes, Human Restoration, and Quality of Life   | 2016                | 33                  |
| 2               | Benefits From Wood Interior in a Hospital Room: A Preference Study  | 2013                | 23                  |
| 3               | A Critical Review on the Impact of Built Environment on Users' Measured Brain Activity  | 2020                | 19                  |
| 4               | Integrating Algae Building Technology in The Built Environment: A Cost and Benefit Perspective  | 2020                | 19                  |
| 5               | Light Rail Transit and Land Use in Qatar: An Integrated Planning Strategy for Al-Qassar's Tod   | 2018                | 12                  |
| 6               | Patient Needs and Environments for Cancer Infusion Treatment  | 2017                | 11                  |
| 7               | Reducing Water Footprint of Building Sector: Concrete with Seawater and Marine Aggregates   | 2019                | 8                   |
| 8               | Diy Biophilia: Development of the Biophilic Interior Design Matrix as a Design Tool   | 2019                | 7                   |
| 9               | Environmental Performance-Driven Urban Design: Parametric Design Method for the Integration of Daylight and Urban Comfort Analysis in Cold Climates | 2019                | 7                   |
| 10              | History Matters: The Origins of Biophilic Design of Innovative Learning Spaces in Traditional Architecture  | 2018                | 6                   |

**Source:** Authors' elaboration based on WoS database results (2023).

The article "Benefits from Wood Interior in a Hospital Room: A Preference Study" was published in *Architectural Science Review* in 2014. The study touching on biophilic design was performed to investigate the preference

for natural wood in patient rooms. Considering that biophilic environments would contribute to the healing effect of the physical environment, employees were asked to evaluate photographs of patient rooms with different

amounts and different wood arrangements on their surfaces in a survey. Rooms with moderate amounts of wood were preferred, while all wooden surfaces were not appreciated.

The article “A Critical Review on the Impact of Built Environment on Users’ Measured Brain Activity,” published in *Architectural Science Review* in 2021, aims to investigate the impact of the built environment on the mental state of the user, focusing on measured brain activities to indicate the momentary state of mind. The study says the human brain has higher stress levels in built environments and is more meditative in natural environments. According to the literature reviewed, encouraging more research focused on design features, necessary studies to integrate nature into the built environment, and innovative designs with instantaneous brain activity measurements that can relate building function to the measured mental state will contribute to creating positive effects on the human brain. Thus, it is possible to talk about healthier environments.

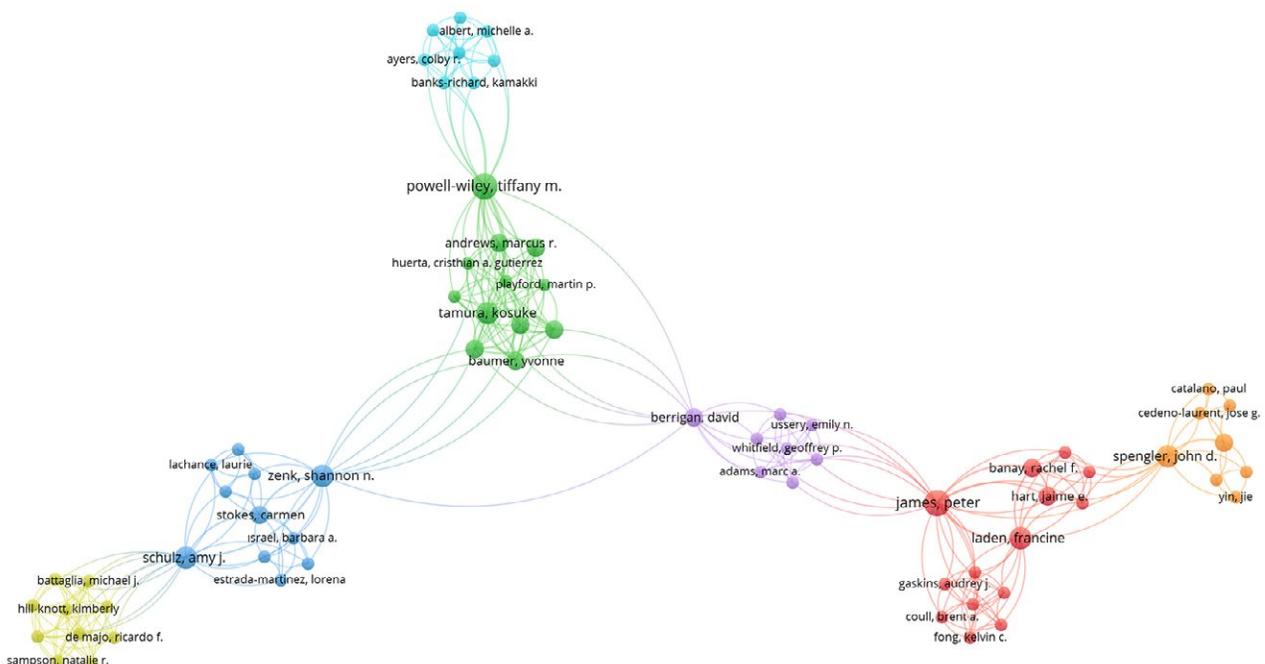
Considering the studies in the top three, we can see that they are more specialized. While the first study discussed the effect of noise on stress levels, the second focused on biophilic design and mental health, and the third focused

on neuroarchitecture. It is also clear that the built environment has both stress-inducing and stress-relieving potential.

## Bibliographic Map Results

To determine the relationship between the authors of scientific studies using the keywords “stress” and “built environment” together, the researchers created a network map with the criterion that an author should have at least one publication and at least five citations. We identified 2,392 authors meeting this criterion. Considering the most linked authors, according to the criteria, seven clusters comprised 71 names and 327 links. Each color on the map represents a cluster, and each circle represents an author (Figure 7). The size of the circles shows that the total number of co-authorship relationships is high. Among the seven separate clusters, there are 14 co-authors in the first, 12 in the second, 11 in the third, 10 in the fourth, and 8 in the fifth and seventh. Power-Wiley, Zenk, Schulz, Tamura, Berrigan, James, and Laden stand out among these authors. The authors with the most works are Boland, Kim, Lam, Sawodny, Sobek, and Wang. There is no overlap between the most connected authors and the most published authors.

**Figure 7.** Co-author network analysis of scientific publications.



**Source:** visualized with Network Visualization in VOSviewer (2023).

To analyze the keywords used in scientific studies, a keyword must be mentioned at least five times. So, out of 3,817 keywords, 95 met the threshold. According to the criteria determined in the analysis, nine separate clusters formed 92 keywords, 490 links, and

765 total link strengths (Figure 8). In keyword network analysis, the size of the circles shows the most frequently discussed topics, while the words that come together under the same color and form clusters show that they are closely related.



| Cluster Group | Vocabulary Item | Keywords                  | Occurrences | Total Link Strength |
|---------------|-----------------|---------------------------|-------------|---------------------|
| Cluster 2     | 17              | Adaptation                | 10          | 15                  |
|               |                 | Biophilia                 | 11          | 19                  |
|               |                 | Cities                    | 6           | 12                  |
|               |                 | Climate change            | 31          | 42                  |
|               |                 | Climate change adaptation | 6           | 6                   |
|               |                 | Heat stress               | 14          | 14                  |
|               |                 | Indoor environment        | 5           | 2                   |
|               |                 | Outdoor thermal comfort   | 11          | 11                  |
|               |                 | Productivity              | 5           | 6                   |
|               |                 | Sustainability            | 12          | 23                  |
|               |                 | Sustainable development   | 5           | 5                   |
|               |                 | Thermal comfort           | 23          | 24                  |
|               |                 | Thermal stress            | 5           | 2                   |
|               |                 | Urban climate             | 5           | 4                   |
|               |                 | Urban heat island         | 9           | 15                  |
|               |                 | Urban microclimate        | 6           | 6                   |
|               |                 | Urbanization              | 8           | 13                  |
| Cluster 3     | 17              | Biophilic design          | 14          | 28                  |
|               |                 | Emotion                   | 5           | 9                   |
|               |                 | Environmental psychology  | 10          | 20                  |
|               |                 | Happiness                 | 5           | 5                   |
|               |                 | Machine learning          | 7           | 6                   |
|               |                 | Natural environment       | 8           | 18                  |
|               |                 | Nature                    | 19          | 34                  |
|               |                 | Neuroscience              | 5           | 7                   |
|               |                 | Psychological restoration | 5           | 15                  |
|               |                 | Restorative environment   | 6           | 13                  |
|               |                 | Restorative environments  | 5           | 12                  |
|               |                 | Urban design              | 7           | 11                  |
|               |                 | Urban environment         | 8           | 7                   |
|               |                 | Urban parks               | 5           | 5                   |
|               |                 | Urban planning            | 13          | 21                  |
|               |                 | Virtual reality           | 7           | 12                  |
|               |                 | Well-being                | 18          | 17                  |
| Cluster 4     | 13              | Air pollution             | 7           | 11                  |
|               |                 | Anxiety                   | 7           | 12                  |
|               |                 | Deep learning             | 5           | 4                   |
|               |                 | Depression                | 16          | 26                  |
|               |                 | Diabetes                  | 6           | 10                  |
|               |                 | Epidemiology              | 5           | 6                   |
|               |                 | Green space               | 15          | 29                  |
|               |                 | Mental health             | 39          | 68                  |
|               |                 | Obesity                   | 14          | 17                  |
|               |                 | Perceived stress          | 5           | 6                   |
|               |                 | Physical activity         | 23          | 38                  |
|               |                 | Quality of life           | 6           | 9                   |
|               |                 | Social determinants       | 5           | 9                   |

Continue in the next page »

| Cluster Group | Vocabulary Item | Keywords              | Occurrences | Total Link Strength |
|---------------|-----------------|-----------------------|-------------|---------------------|
| Cluster 5     | 11              | Community             | 6           | 14                  |
|               |                 | Fatigue               | 5           | 5                   |
|               |                 | Finite element        | 5           | 3                   |
|               |                 | Health                | 31          | 54                  |
|               |                 | Heat                  | 5           | 12                  |
|               |                 | Hospital              | 5           | 4                   |
|               |                 | Risk assessment       | 5           | 9                   |
|               |                 | Stiffness             | 5           | 3                   |
|               |                 | Temperature           | 7           | 6                   |
|               |                 | Urban                 | 12          | 24                  |
|               |                 | Vulnerability         | 8           | 13                  |
| Cluster 6     | 6               | Architecture          | 9           | 9                   |
|               |                 | Buildings             | 8           | 7                   |
|               |                 | Design                | 7           | 10                  |
|               |                 | Environment           | 12          | 20                  |
|               |                 | Evidence-based design | 16          | 19                  |
|               |                 | Noise                 | 5           | 7                   |
| Cluster 7     | 5               | Built environment     | 155         | 218                 |
|               |                 | China                 | 11          | 17                  |
|               |                 | Concrete              | 7           | 1                   |
|               |                 | Microbiome            | 9           | 9                   |
|               |                 | Social environment    | 5           | 11                  |
| Cluster 8     | 3               | Displacement          | 5           | 2                   |
|               |                 | Finite element        | 5           | 3                   |
|               |                 | Stress                | 53          | 93                  |
| Cluster 9     | 3               | Children              | 10          | 9                   |
|               |                 | Greenspace            | 6           | 14                  |
|               |                 | Resilience            | 15          | 21                  |

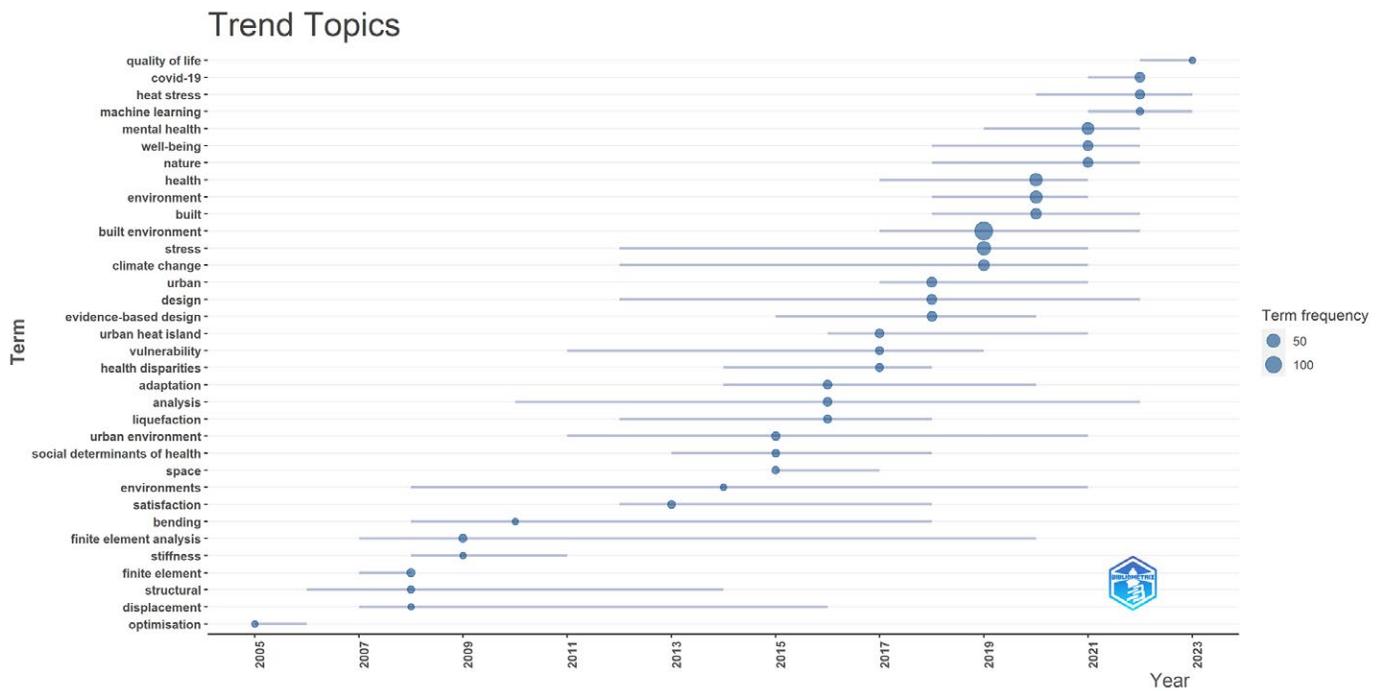
**Source:** authors' elaboration using on VOSviewer results (2023).

We distributed keyword usage by year through Biblioshiny-R Studio. When the authors examined the distribution, they saw that “quality of life” was frequently used as a keyword in 2023 in searches with a minimum frequency of five words. In 2022, “COVID-19,” “heat stress,” and “machine learning” came to the fore. We saw that “mental health,” “well-being,” and “nature” were used more frequently in 2021. The year in which the “stress,” “built environment,” and “climate change” concepts intensified was 2019 (Figure 9).

In the search made using “stress” and “built environment,” the leading self-evaluations of scientific studies were collected in eight clusters in the thematic map made with Biblioshiny-R Studio (Figure 10). When we investigated these clusters, “stress,” “built environment,” and “temperature,” which were

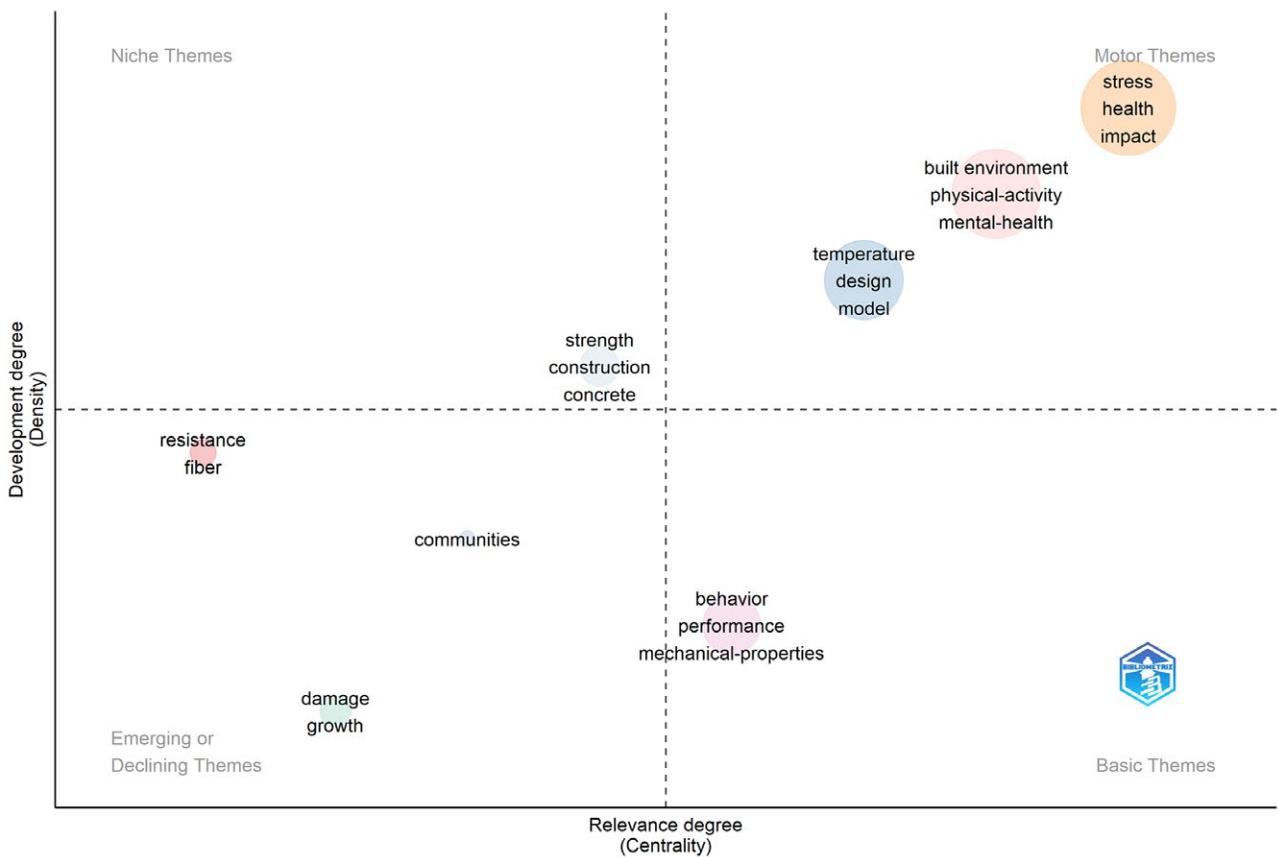
included in the Motor Theme and formed the fiction of the work, came to the fore. In other words, these concepts show the themes extensively used in the literature that are highly productive in the research. “Strength” was in the Niche Theme, which includes a widely used but not central theme. This field can be more closely associated with the scientific area of engineering and construction. The themes that are developing or are about to disappear include “resistance,” “communities,” and “damage.” It is possible to talk mainly about engineering and construction for these themes. The Simple Theme includes “behavior.” This indicates that the concept is central and related to those in the motor theme but is not used intensively enough. In other words, it shows the scarcity of studies on stress in the built environment regarding human behavior.

**Figure 9.** The situation of keywords by year



**Source:** generated by Biblioshiny-R Studio (2023).

**Figure 10.** Thematic map of scientific studies

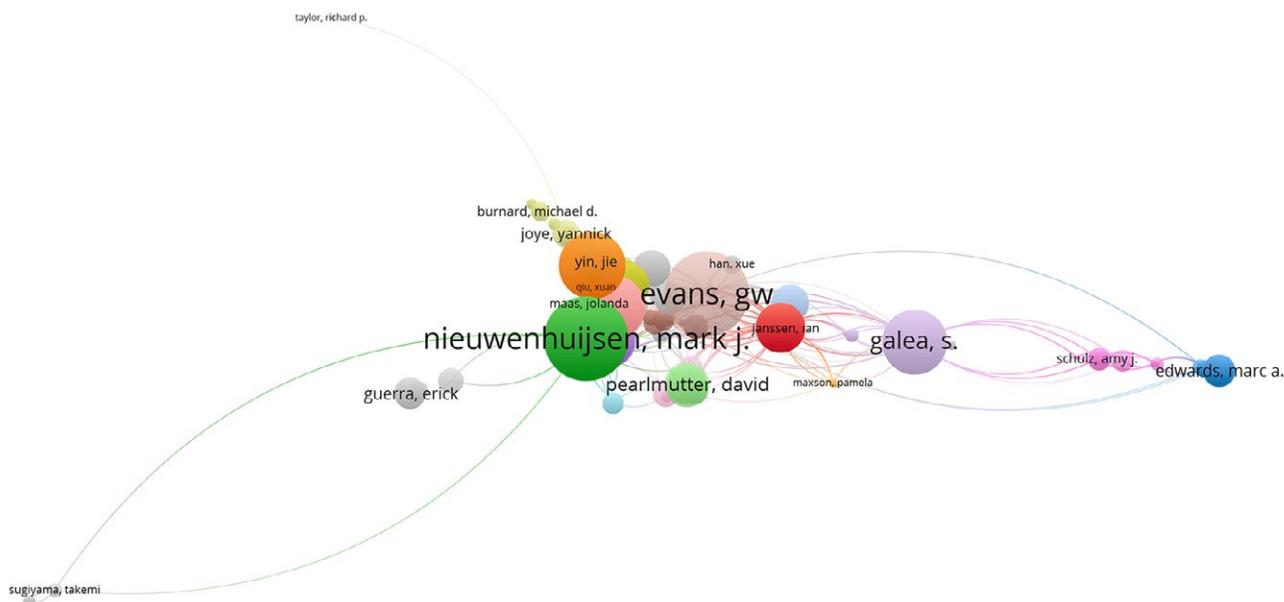


**Source:** generated by Biblioshiny-R Studio (2023).

The authors performed the citation network analysis of authors with the criterion that an author should have at least one publication and at least five citations, and they identified 2,392 authors with connections between them. Of the 1,000 authors meeting the threshold value with this criterion, there were 772 with the most connec-

tions in the network map. In the network map created with the specified criteria, we described 33 clusters between 1 and 51 authors. Among these authors, the most cited are Evans and Nieuwenhuijsen, with 670 citations, and Dadvand, Gascon, Martinez, and Triguero-mas, with 648 citations (Figure 11).

**Figure 11.** Authors' citation network analysis

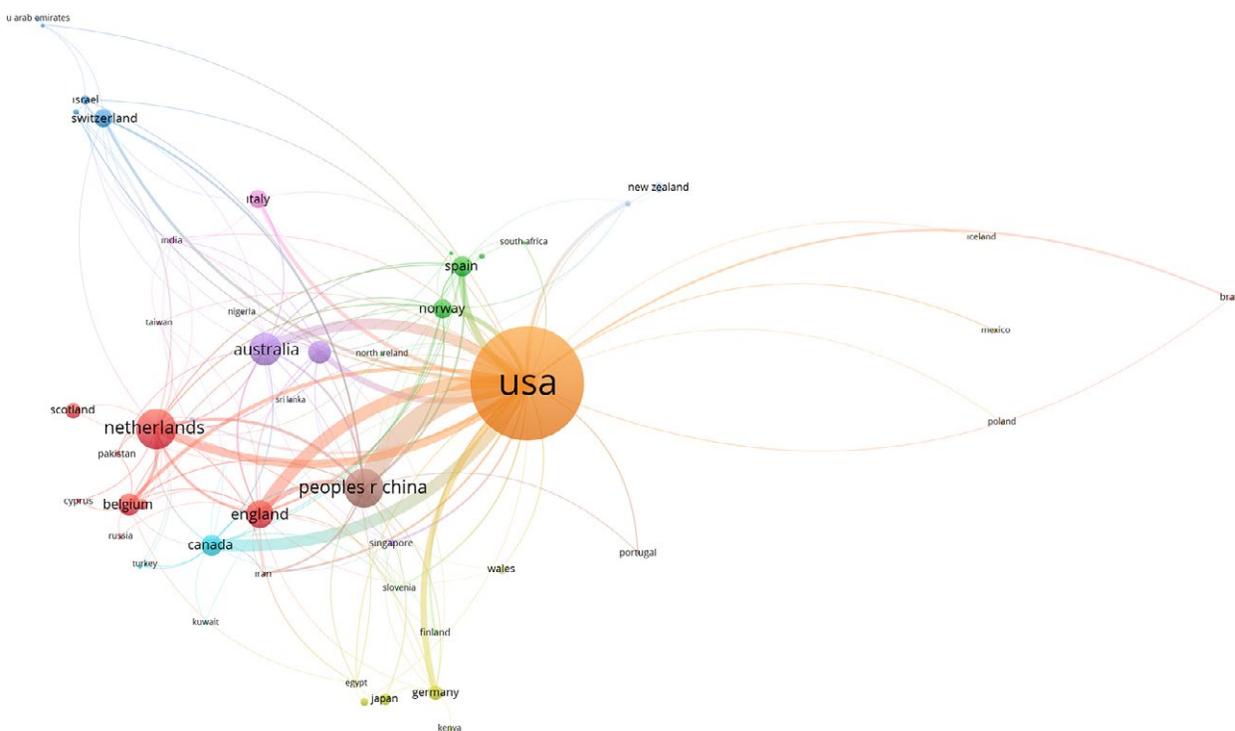


**Source:** visualized with Network Visualization in VOSviewer (2023).

To visualize the network map of the citations received according to the countries where the publications were made, the analysis provided with the criterion of at least one publication and five citations in a country showed that 72 out of 84 met the threshold value and 52 were the most connected. In line with these criteria, we described 14 clusters and 173 connections, and there were between one and eight countries in the sub-clusters. When we investigated the network map, the country with the most citations was the USA, with 365 publications and 10,393 cita-

tions, followed by the Netherlands, with 55 publications and 2,499 citations; the People's Republic of China, with 154 publications and 2,423 citations, Australia with 91 publications and 1,875 citations, and the United Kingdom with 91 publications and 1,498 citations (Figure 12). When we examined the number of citations and publications in the countries, partial parallelism appeared. Although the number of publications was relatively less in the Netherlands, the number of citations was higher than in countries with more publications.

**Figure 12.** Citation network analysis of countries

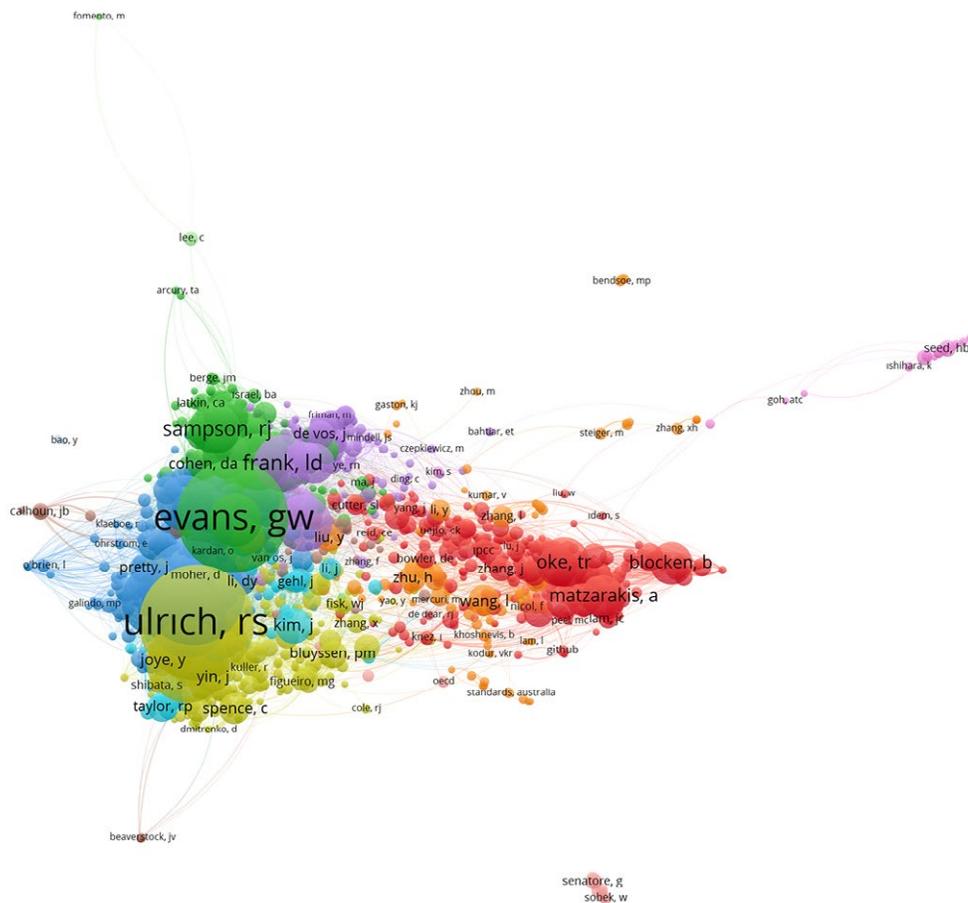


**Source:** visualized with Network Visualization in VOSviewer (2023).

Researchers performed a co-citation network analysis of authors with the criterion that an author had at least five citations; 1,603 authors met the threshold value, and 1,582 having connections between them were identified. In the network map created with the specified

criteria, we identified 12 clusters with between two and 338 authors. Among these authors, the most cited were Ulrich with 188 citations, Evans with 179 citations, Hartig with 162 citations, Kaplan with 110 citations, and Van Den Berg with 99 citations (Figure 13).

**Figure 13.** Co-citation network analysis.



**Source:** Visualized with Network Visualization in VOSviewer (2023).

## DISCUSSION

The authors performed a bibliometric analysis of scientific studies on “stress” and “built environment” in all fields worldwide. They analyzed the data obtained from the WoS database through VOSviewer and Biblioshiny-R Studio software. They think the study’s goal of determining trends will guide future studies.

When considering the distribution according to research areas, there are many studies in the scientific area of engineering and construction. Studies in this field show that stress has meanings: tension, strength, force, etc. (Hayashi & Ohsaki, 2020; Megalooikonomou & Papavasileiou, 2019). The scarcity of studies in architecture is striking. Filling the gap in this field with qualified studies is crucial to providing a better quality of life in built environments.

In the distribution by years, there was a jump in the number of publications in 2019. The COVID-19 pandemic is one of the most important reasons for this result, as it has created an outstanding stress burden on people. Studies on COVID-19 have increased considerably in every field globally. In addition to medicine

(Geraiely et al., 2021), there are studies on areas such as environmental health (Mouratidis & Yiannakou, 2022), mental health (Amerio et al., 2020), education (Hu et al., 2022), and housing (Natomi et al., 2022). The world has just begun to recover from this pandemic.

Regarding the published indexes, the fact that half of the papers published in the SCI-EXPANDED index reveals the importance of the subject and its place in scientific studies. It also confirms that the studies arise in engineering and construction. The scarcity of A&HCI-indexed publications shows that the effects of stress on humans have been the subject of very few studies.

The country with the most publications and citations on the subject is the USA by a significant margin. A study conducted in 2018 (Fontelo & Liu, 2018) confirms that the number of publications and citations in the USA is relatively high in all fields. The country with the highest number of publications and citations on the subject is the USA, with a significant difference. Reasons such as being a very large state,

hosting many universities, providing serious support for academic studies, and supporting talented scientists trained in science and technology branches to work in USA universities can be counted for this result.

Considering the density of keywords, the relationship between stress, health, and well-being stands out. In addition, we think that the studies focused on climate change and thermal comfort are due to the search for solutions to global warming, whose effects are felt more and more daily (Suhaimi & Mahmud, 2022).

When we look at the distribution of keywords by year, recent concepts focus on quality of life, COVID-19, heat stress, and machine learning, and they have attracted the attention of researchers. In addition, the concepts of climate change, mental health, and well-being have gradually emerged. Recently, there have been

bibliometric studies conducted with these concepts (Öztürk Akbıyık & Arslan Selçuk, 2023; Usman & Ho, 2021). When we evaluate these concepts, we see a tendency towards design approaches that will contribute to people feeling better mentally and towards protecting and embracing nature more due to emerging pandemics, climate change, etc.

About the thematic analysis, the themes formed are more common in engineering and construction. The fact that “behavior” is close to the motor theme indicates that it is central but not dense enough. So, studies on human behavior and stress in the built environment must be increased.

When we look at the most cited publications, we encounter a comparison of built and natural environments in architecture and studies in more specialized areas such as neuroarchitecture, noise, and biophilic design.

## CONCLUSIONS

The study focuses on stress, which has recently emerged as an essential concept in the built environment, and questions the equivalent of scientific studies in the literature. Thus, the relationship between stress and the built environment was revealed over time. The study handled the analyses using bibliometric analysis and bibliographic mapping.

Since stress is interdisciplinary, it has a widespread impact in many research fields. It is a pivotal concept to take the necessary precautions to reduce stress in human life in the built environment, which seriously affects the quality of life, and to continue studies that develop solution proposals. Therefore, it is thought that the study will contribute to the field.

The study has its limitations. The concepts were searched on the Web of Science, the most

prominent and preferred database. Since the analysis was based on a single database, a limited number of data were examined. Research results on the database may change over time. The concept of stress is versatile. For this reason, research conducted in areas without sharp distinctions may not yield sufficient results.

In the future, conducting bibliometric analyses on the factors that cause stress in the built environment in architecture may provide a solid source for researchers. In addition, new evaluations can be made by expanding data sources by scanning different databases. Moreover, in addition to the study, the scientist can closely examine the role of stress in the built environment by conducting content analysis of prominent publications. Guidelines for designing stress-reducing environments can be developed through content analysis.

## CONTRIBUTIONS AND ACKNOWLEDGMENTS

This article stems from research conducted at Karadeniz Technical University Graduate School of Natural and Applied Sciences by Ayşe Şahiner Tufan and Reyhan Midilli Sarı within the framework of “The Role of Stress in Human Space Interaction: A Model Proposal for Ivf Centers.”

The authors of this work have made the following contributions: Ayşe Şahiner Tufan—study conception, data collection, analysis, interpretation of results and Reyhan Midilli Sarı—study conception, analysis, interpretation of results. The authors declare no relevant conflicts of interest regarding the research presented.

## REFERENCES

- Abdullah, K. H., & Sofyan, D. (2023). Machine learning in safety and health research: A scientometric analysis. *International Journal of Information Science and Management (IJISM)*, 21(1), 17–37. <https://doi.org/10.22034/ijism.2022.1977763.0>
- Amerio, A., Brambilla, A., Morganti, A., Aguglia, A., Bianchi, D., Santi, F., Costantini, L., Odone, A., Costanza, A., Signorelli, C., Serafini, G., Amore, M., & Capolongo, S. (2020). COVID-19 Lockdown: housing built environment's effects on mental health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), 5973. <https://doi.org/10.3390/ijerph17165973>
- Antonovsky, A. (1987). *Unraveling the Mystery of Health: How People Manage Stress and Stay Well*. Jossey-Bass.
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: an r-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Arslan, E. (2022). Sosyal bilim arařtırmalarında VOSviewer ile Bibliyometrik Haritalama ve örnek bir uygulama. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22, 33–56. <https://doi.org/10.18037/ausbd.1227291>
- Baum, A., Fleming, R., & Singer, J. E. (1985). Understanding environmental stress: strategies for conceptual and methodological integration. In A. Baum & J. E. Singer (Eds.), *Advances in environmental psychology* (Vol. 5, pp. 185–205). Erlbaum Associates. <https://doi.org/10.4324/9781003052944-7>
- Beil, K., & Hanes, D. (2013). The influence of urban natural and built environments on physiological and psychological measures of stress— a pilot study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(4), 1250–1267. <https://doi.org/10.3390/ijerph10041250>
- Bibliometrix. (2023, July). *Biblioshiny*. <https://www.bibliometrix.org/home/index.php/layout/biblioshiny>
- Bilotta, E., & Evans, G. W. (2015). Environmental stress. In L. Steg, A. E. van den Berg, & J. I. M. Groot (Eds.), *Environmental psychology: An introduction* (pp. 27–35). Wiley-Blackwell.
- Biswas, B., Sultana, Z., Priovashini, C., Ahsan, N., & Mallick, B. (2021). The emergence of residential satisfaction studies in social research: A bibliometric analysis. *Habitat International*, 109, 102336. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2021.102336>
- Burkut, E. B. (2023). Evaluation of interior architecture education research in the Web of Science database: bibliometric and science mapping analysis. *Journal of Architectural Sciences and Applications*, 8(1), 385–405. <https://doi.org/10.30785/mbud.1263207>
- Cofer, C. N., & Appley, M. H. (1964). *Motivation: Theory and research*. Wiley.
- Dilani, A. (2008). Psychosocially supportive design: a salutogenic approach to the design of the physical environment. *Design and Health Scientific Review*, 1(2), 55–65. [https://www.researchgate.net/publication/265349464\\_Psychosocially\\_Supportive\\_Design\\_A\\_Salutogenic\\_Approach\\_to\\_the\\_Design\\_of\\_the\\_Physical\\_Environment](https://www.researchgate.net/publication/265349464_Psychosocially_Supportive_Design_A_Salutogenic_Approach_to_the_Design_of_the_Physical_Environment)
- Dilani, A. (2015). The beneficial health outcomes of salutogenic design. *World Health Design*, 18–35. [https://dilani.org/Alan\\_Dilani\\_WHD\\_June\\_2015.pdf](https://dilani.org/Alan_Dilani_WHD_June_2015.pdf)
- Emsen, H. H. (2022). *Biliřim çağında mimarlık: tasarım, yapım ve planlama alanlarında makine öğrenimi çalışmalarının bibliyometrik analizi* [Master's Thesis, Akdeniz University]. <http://acikerisim.akdeniz.edu.tr/xmlui/handle/123456789/6918>
- Eriksson, M. (2016). The sense of coherence in the salutogenic model of health. In M. B. Mittelmark, S. Sagy, M. Eriksson, G. F. Bauer, J. M. Pelikan, B. Lindström, & G. A. Espnes (Eds.), *The Handbook of Salutogenesis* (pp. 91–96). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-04600-6\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-04600-6_11)
- Fontelo, P., & Liu, F. (2018). A review of recent publication trends from top publishing countries. *Systematic reviews*, 7(1), 147. <https://doi.org/10.1186/s13643-018-0819-1>
- Geraiyely, B., Samiei, N., Sadeghipour, P., Talasaz, A. H., Mortazavi, S. H., & Sattarzadeh Badkoubeh, R. (2021). COVID-19 and cardiovascular diseases. In N. Rezaei. (Ed.), *Coronavirus*

- Disease - COVID-19. Advances in Experimental Medicine and Biology* (pp. 263–291). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-63761-3\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-030-63761-3_16)
- Ghamari, H., & Sharifi, A. (2021). Mapping the evolutions and trends of literature on wayfinding in indoor environments. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 11(2), 585–606. <https://doi.org/10.3390/ejihpe11020042>
- Ghamari, H., Golshany, N., Naghibi Rad, P., & Behzadi F. (2021). Neuroarchitecture assessment: An overview and bibliometric analysis. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 11(4), 1362–1387. <https://doi.org/10.3390/ejihpe11040099>
- Ghazali, R., & Abbas. M. Y. (2012). Paediatric community: healing environment conducive enough? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 42, 42–54. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.04.165>
- Göregenli, M. (2010). *Çevre psikolojisi insan ve çevre ilişkileri*. İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.
- Günel, B. (2006). *İnsan-mekân iletişim bağlamında konutta psiko-sosyal kalitenin irdelenmesi* [Dissertation, İstanbul Technical University]. YÖK.
- Gürel, K. (2022). *Yeşil binalarda kalite göstergelerinin bibliyometrik analizi*. [Master's thesis, Dokuz Eylül University]. YÖK.
- Hayashi, K., & Ohsaki, M. (2020). Reinforcement learning and graph embedding for binary truss topology optimization under stress and displacement constraints. *Frontiers in Built Environment*, 6, 59. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2020.00059>
- Heerwagen, J., Heubach, J., Montgomery, J., & Weimer, W. (1995). Environmental design, work, and well being: managing occupational stress through changes in the workplace environment. *AAOHN Journal*, 43(9), 458–468. <https://doi.org/10.1177/216507999504300904>
- Hu, P., Leo, C., Liyanapathirana, D., Mashiri, F., & Zhao, M. (2022). Student learning experience in a new education environment during the COVID-19 pandemic. *International Journal of Online Pedagogy and Course Design*, 12, 1–15. <https://doi.org/10.4018/IJOPCD.306688>
- Huang, J., Duan, X., He, F., Wang, G., & Hu, X. (2021). A historical review and Bibliometric analysis of research on Weak measurement research over the past decades based on Biblioshiny. *ArXiv*, abs/2108.11375. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2108.11375>
- Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology*, 15(3), 169–182. [https://doi.org/10.1016/0272-4944\(95\)90001-2](https://doi.org/10.1016/0272-4944(95)90001-2)
- Karaca, E. (2018). The effects of environmental factors on space quality and human health. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 67(6), 116–131. <https://doi.org/10.16992/ASOS.13501>
- Kutlu, R. (2018). The effects of environmental factors on space quality and human health. *TOJDAC*, 8(1), 67–78. <https://doi.org/10.7456/10801100/007>
- Lazarus, R., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. Springer.
- Li, K., Rollins, J., & Yan, E. (2018). Web of science use in published research and review papers 1997–2017: A selective, dynamic, cross-domain, content-based analysis. *Scientometrics*, 115, 1–20. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2622-5>
- McEwen, B. S., & Stellar, E. (1993). Stress and the individual: mechanisms leading to disease. *Archives of Internal Medicine*, 153, 2093–2101. <https://doi.org/10.1001/archinte.1993.00410180039004>
- Megalooikonomou, K. G., & Papavasileiou, G. S. (2019). Analytical stress-strain model for FRP-confined rectangular RC Columns. *Frontiers in Built Environment*, 5, 39. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2019.00039>
- Moral-Muñoz, J. A., Herrera-Viedma, E., Santisteban-Espejo, A., & Cobo, M. J. (2020). Software tools for conducting bibliometric analysis in science: An up-to-date review. *Profesional de la información*, 29(1). <https://doi.org/10.3145/epi.2020.ene.03>
- Morval, J. (1985). *Çevre psikolojisine giriş* (N. Bilgin, Trans.). Ege Üniversitesi Basım Evi.
- Mouratidis, K., & Yiannakou, A. (2022). COVID-19 and urban planning: Built environment, health, and well-being in Greek cities before and during the pandemic. *Cities (London, England)*, 121, 103491. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103491>

- Natomi, K., Kato, H., & Matsushita, D. (2022). Work-related stress of work from home with housemates based on residential types. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), 3060. <https://doi.org/10.3390/ijerph19053060>
- Okubo, Y. (1997). *Bibliometric indicators and analysis of research systems: Methods and examples*. OECD Science, Technology and Industry Working Papers 1997/1. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/208277770603>
- Öztürk Akbıyık, S., & Arslan Selçuk, S. (2023). A bibliometric analysis on climate change and built environments. *PLANARCH - Design and Planning Research*, 7(1), 96–107. <https://doi.org/10.5152/Planarch.2023.221736>
- Rapoport, A. (1978). Culture, and Subjective Effects of Stress. *Urban Ecology*, 3, 241–261.
- Rashid, M., & Zimring, C. (2008). A Review of the Empirical Literature on the Relationships Between Indoor Environment and Stress in Health Care and Office Settings. *Environment and Behavior*, 40, 151–190.
- Selye, H. (1976). *The stress of life* (Revised Ed.). McGraw-Hill.
- Storer, N., & Crane, D. (1977). Invisible colleges. Diffusion of knowledge in scientific communities. *Medical History*, 21(2), 221–222. <https://doi.org/10.1017/S002572730003814X>
- Suhaimi, N., & Mahmud, S. N. D. (2022). A bibliometric analysis of climate change literacy between 2001 and 2021. *Sustainability*, 14(19), 11940. <https://doi.org/10.3390/su141911940>
- Ulrich, R. S. (1983). Aesthetic and affective response to natural environment. In I. Altman & J. F. Wohlwill (Eds.), *Behavior and the natural environment* (pp. 85–125). Plenum Press. [https://doi.org/10.1007/978-1-4613-3539-9\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-3539-9_4)
- Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science (New York, N.Y.)*, 224(4647), 420–421. <https://doi.org/10.1126/science.6143402>
- Umamaheshwer Rao, A. C., Vasu, V., Govindaraju, M., & Sai Srinadh, K. V. (2016). Stress corrosion cracking behavior of 7xxx aluminum alloys: A literature review. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 26(6), 1447–1471. [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(16\)64220-6](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(16)64220-6)
- Usman, M., & Ho, Y. S. (2021). COVID-19 and the emerging research trends in environmental studies: a bibliometric evaluation. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 16913–16924. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13098-z>
- Ünlü, A. (1998). *Çevresel tasarımda ilk kavramlar*. İTÜ Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi.
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for Bibliometric Mapping. *Scientometrics*, 84, 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Varshabi, N., Arslan Selçuk, S., & Mutlu Avinç, G. (2022). Biomimicry for energy-efficient building design: A bibliometric analysis. *Biomimetics*, 7(1), 21. <https://doi.org/10.3390/biomimetics7010021>
- Zupic, I., & Cater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429–472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>

# Propuesta metodológica para la identificación de potenciales corredores verdes urbanos. Estudio de caso: Temuco, Chile

## Methodological Proposal for the Identification of Potential Urban Green Corridors. Case study: Temuco, Chile

Recibido: septiembre 18 / 2023 • Evaluado: noviembre 5 / 2023 • Aceptado: mayo 10 / 2024

### CÓMO CITAR

Moreno, R., Lora-González, Á., Galán, C., & Zamora-Díaz, R. (2024). Propuesta metodológica para la identificación de potenciales corredores verdes urbanos. Estudio de caso: Temuco, Chile. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(2), 189-204.  
<http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.5503>

#### Roberto Moreno\*

Universidad Científica del Sur. Lima (Perú)  
Carrera de Arquitectura y Urbanismo Sostenible  
Grupo de investigación Ciudad y Arquitectura Sostenible

#### Ángel Lora-González\*\*

Universidad de Córdoba. Córdoba, (España).  
Departamento de Ingeniería Forestal  
Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (CeiA3), Grupo de investigación Bases biológicas para el conocimiento, la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad (RNM 322)

#### Carmen Galán\*\*\*

Universidad de Córdoba. Córdoba, (España).  
Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal  
Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (CeiA3), Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra (IISTA), Grupo de investigación Botánica Sistemática y Aplicada (RNM 130)

#### Ricardo Zamora-Díaz\*\*\*\*

Universidad de Córdoba. Córdoba, (España).  
Departamento de Ingeniería Forestal  
Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (CeiA3), Grupo de investigación Ciencias y Recursos Forestales (RNM 227)

### RESUMEN

Los corredores verdes urbanos son una solución basada en la naturaleza (SBN) que provee zonas de esparcimiento y una red de conectividad urbana para movilidad activa, además de prestar servicios ecosistémicos a los habitantes de las ciudades, que mejoran su calidad de vida, y son una herramienta de gestión fuerte para el desarrollo de ciudades sostenibles. El presente trabajo propone una novedosa metodología, susceptible de ser ampliada, para el diseño de corredores verdes urbanos, mediante un caso práctico en una ciudad de tamaño intermedio, Temuco (Chile), basada en la selección de áreas verdes urbanas pequeño-medianas que unidas a redes de ciclovías y calles peatonales conecten las áreas verdes núcleo de la ciudad, entendiendo estas como zonas verdes de alta densidad y diversidad vegetal. Los resultados muestran la aplicabilidad de los criterios metodológicos utilizados en el diseño de corredores verdes, y evidencian las condiciones positivas de Temuco respecto a calidad y superficie de áreas verdes, ciclovías y calles peatonales que fomenten la movilidad urbana limpia. Además, el método es replicable en otras ciudades, lo que permite incorporar nuevos parámetros que supongan mayores beneficios provenientes del corredor verde.

#### Palabras clave:

arbolado urbano; ciclovías; movilidad activa; sostenibilidad; urbanismo

## ABSTRACT

Urban green corridors are a Nature-Based Solution (NBS) that provides recreational areas and a network of urban connectivity for active mobility, in addition to providing ecosystem services to city dwellers, improving their quality of life, and serving as a strong management tool for sustainable city development. This paper proposes an innovative methodology, capable of being expanded, for designing urban green corridors through a practical case in a mid-sized city, Temuco (Chile), based on the selection of small to medium urban green areas that, connected to bike paths and pedestrian streets, link core green areas of the city, understanding these as high-density green zones with diverse vegetation. The results show the applicability of the methodological criteria used in designing green corridors, and highlight the positive conditions of Temuco regarding the quality and surface area of green spaces, bike paths and pedestrian streets that promote clean urban mobility. Moreover, the method is replicable in other cities, allowing for the incorporation of new parameters that may yield greater benefits from the green corridor.

### Keywords:

urban trees; bike paths; active mobility; sustainability; urban planning

- ✱ Ingeniero Forestal, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.  
Doctor en Recursos Naturales y Sostenibilidad, Universidad de Córdoba, España.  
Doctor en Ciencias Económicas, Empresariales y Sociales, Universidad de Sevilla, España.  
 <https://orcid.org/0000-0002-9789-0905>  
 <https://scholar.google.cl/citations?user=XimWFWMAAAAJ&hl=es>  
 [rmorenog@cientifica.edu.pe](mailto:rmorenog@cientifica.edu.pe)
- \*\* Licenciado en Biología, Universidad de Córdoba, España.  
Doctor en Ciencias Biológicas, Universidad de Córdoba, España.  
 <https://orcid.org/0000-0003-2851-7047>  
 [https://scholar.google.es/citations?view\\_op=list\\_works&hl=es&user=sqUbfRQAAAAJ](https://scholar.google.es/citations?view_op=list_works&hl=es&user=sqUbfRQAAAAJ)  
 [cr1logoa@uco.es](mailto:cr1logoa@uco.es)
- \*\*\* Licenciada en Biología, Universidad de Córdoba, España.  
Doctora en Ciencias Biológicas, Universidad de Córdoba, España.  
 <https://orcid.org/0000-0002-6849-1219>  
 <https://scholar.google.es/citations?user=e7ySYJIAAAAJ&hl=es>  
 [bv1gasoc@uco.es](mailto:bv1gasoc@uco.es)
- \*\*\*\* Ingeniero de Montes, Universidad Politécnica de Madrid, España.  
Doctor en Ingeniería de Montes, Universidad de Córdoba, España.  
 <https://orcid.org/0000-0003-2670-9002>  
 [ig1zadir@uco.es](mailto:ig1zadir@uco.es)

## INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) señala que las ciudades y las áreas metropolitanas de los países en desarrollo están creciendo a una escala sin precedentes (ONU-Habitat, 2022). El exceso en la densidad de población, debido al éxodo rural hacia lo urbano, el deterioro del medio ambiente —destacando la contaminación ambiental—, la deficiente planificación urbanística, la congestión vehicular, la delincuencia y la baja calidad de vida, constituyen, en conjunto, una patología urbana que debe prevenirse o afrontar para conseguir ciudades más saludables (Baldó, 2014).

Estos problemas son aún más marcados en Latinoamérica, tomando en cuenta que sus comunidades se han vuelto fuertemente más urbanas en las últimas décadas, especialmente en Suramérica (Diez Roux et al., 2019; Duque et al., 2019; García-Ayllón, 2016). Todo ello hace más urgente la búsqueda de soluciones prácticas y asequibles para dichos problemas ambientales (Flores et al., 2022; Hardoy et al., 2013).

Factores derivados de una deficiente planificación, como el sellado de suelos o la fragmentación de áreas verdes, ha llevado a una excesiva artificialización de las ciudades, generando problemas como el incremento de la contaminación del aire, la pérdida de suelos fértiles, el desarrollo de islas de calor, el crecimiento imparable del tráfico rodado y la creciente segregación socio-espacial de sus habitantes (Gill et al., 2007; Romero, 2009). Lo anterior conduce a un aumento de espacios residuales en la ciudad, es decir, fragmentos pequeños sin usos que comienzan a quedar aislados y que suelen ser focos de contaminación.

Estas transformaciones suponen importantes consecuencias ecológicas para los hábitats urbanos. El resultado son ciudades deficientes en áreas, muchas veces, con significativo valor ecológico (Ikin et al., 2015; Vásquez et al., 2016).

El aislamiento entre grandes espacios libres y áreas urbanas imposibilita la planificación de una red que permita no solo mayor confort e incentivo para peatones y ciclistas, sino también la presencia de mayor biodiversidad en la ciudad (Ángel et al., 2012; Jirón & Mansilla, 2014; Penteado & Álvarez, 2007).

Una solución para la desconexión señalada y para sus múltiples efectos encadenados son los corredores verdes. Dichos corredores corresponden a porciones de tierra que contienen elementos como vías generalmente no abiertas a vehículos de motor y equipadas con cobertura vegetal, que son planeados, diseñados y gestionados para mejorar la movilidad urbana, conectando áreas confortables para los ciudadanos (Blinge, 2014; Peng et al., 2017).

En este sentido, los corredores verdes generan un subsistema vial que aporta beneficios rela-

cionados con características funcionales, ecológicas, paisajísticas y/o de configuración urbana, recreativos, culturales, estéticos y otros. Tales beneficios se enmarcan en el concepto de sostenibilidad urbana, es decir, buscan la consecución de sistemas urbano-ecológicos resilientes ante el cambio climático, potenciando la integración eficiente de los componentes de movilidad urbana (Clausen et al., 2012; Moré & Giret, 2013). Las ciclovías son un elemento urbano relevante en los corredores verdes urbanos, ya que unidas a los espacios verdes de las ciudades aportan sostenibilidad, fomentan la movilidad limpia, mejoran la calidad del aire y la calidad de vida urbana general (Bakogiannis et al., 2016; Hong & Mcarthur, 2020; Mell, 2018; Wang, 2013).

Pese al claro aporte de los corredores verdes urbanos en la mejora de la calidad de vida en las ciudades y al cumplimiento de requerimientos mundiales de sostenibilidad urbana, aún no se ha generado una estructura metodológica para el diseño y planificación de sistemas de corredores verdes, a pesar de que existe la identificación de elementos clave como áreas verdes, ciclovías y vías estructurantes de calidad (Vásquez et al., 2016).

Esto hace necesario vincular cuerpos teórico-conceptuales, como el de los servicios ecosistémicos, a la planificación de infraestructura verde, que permiten atribuir a los primeros una aplicación en la planificación urbana (Hansen & Pauleit, 2014).

Los corredores verdes funcionan como elementos de enlace que ayudan a promover formas de transporte ambientalmente sostenibles (por ejemplo, caminar y andar en bicicleta) y también pueden ser parte importante de una red ecológica, por ejemplo, para la dispersión de vida silvestre (Žlender & Ward, 2017), y son importantes también en su rol como conectores sociales y ecológicos dentro de la ciudad (Kim, 2011).

En este sentido, dado que las funciones ambientales de los parques urbanos se plantean hoy como una cuestión básica, como un objetivo de la gestión urbana (Vélez Restrepo, 2007), es importante trabajar en mejorar el diseño y conectividad de las áreas verdes urbanas, las cuales proporcionan espacios dentro del entorno construido donde pueden desarrollarse procesos ambientales (Vásquez et al., 2016; Whitford et al., 2001), que mejoren la sostenibilidad urbana y, por ende, la calidad de vida de la sociedad en su conjunto.

Desde este punto de vista, el crecimiento urbano eficiente y una movilidad urbana planificada asoman como estrategias prioritarias en el desarrollo de las ciudades, los cuales apuntan directamente a mejorar conexiones entre trabajo y vivienda, lo que se traduce en una mejora en la calidad de vida de los habitantes (Vaccaro, 2011).

En el marco de lo señalado, Europa comenzó a trabajar, mediante el Plan Horizonte 2020, en la integración de la biodiversidad a las políticas sectoriales, con el fin de evitar la fragmentación de hábitats y facilitar la conectividad ecológica territorial (Gurrutxaga, 2011). Una de sus primeras medidas fue generar una planificación territorial basada en infraestructura verde, con el propósito de mantener los procesos ecológicos, y contribuir a la salud y la calidad de vida de la comunidad que habita un territorio (Canto López, 2014).

En este camino se enfila la acción del proyecto europeo Super Green, el cual está coordinando y apoyando el desarrollo de redes de transporte sostenibles mediante el cumplimiento de requisitos que cubren aspectos ambientales, técnicos, económicos, sociales y de planificación espacial ligados a áreas verdes interconectadas que se asocian al cumplimiento de todo lo señalado (Psaraftis & Panagakos, 2012).

Por otra parte, en Asia existen ciudades como Beijing y Shanghái que adoptaron la construcción de corredores urbanos como un tema clave en su planificación y gestión urbana, lo que dio como resultado varios corredores verdes asociados a vías de transporte para carreteras y ferrocarriles, y sistemas ecológicos ribereños que forman un sistema de corredores en múltiples escalas (Peng et al., 2017).

La valoración, por la ciudadanía, de los corredores verdes y de los servicios que ofrecen se ha podido demostrar ya en casos como los de Liubliana (Eslovenia) y Edimburgo (Escocia), donde la población valora formas de diseño de espacios verdes, como las cuñas verdes, alamedas extensas y anillos verdes (Žlender & Ward, 2017).

En Latinoamérica, particularmente en Chile, existen ciudades que comenzaron a tomar en valor los servicios ecosistémicos de las áreas verdes, por ejemplo, el Plan Verde de Santiago (Gámez, 2005). Pero pese a ello, aún no cuentan con una planificación y gestión formal de mejoramiento que considere parámetros de diseño de espacios abiertos y espacios verdes. Una primera aproximación al uso y planificación de corredores verdes urbanos es el corredor ribereño del río Mapocho, en Santiago, el cual generó una evaluación de potencialidades de redes de infraestructura verde, valorado como herramienta de mejoramiento funcional de la conectividad sostenible local y como mitigador de los efectos del cambio climático (Vásquez, 2016; Vásquez et al., 2016). El objetivo estaba, principalmente, centrado en asociar espacios públicos a áreas naturales ribereñas, situación

que no incluyó la unión de estos elementos naturales remanentes con espacios verdes y otros espacios públicos creados en el interior y en otros extremos de la ciudad.

En los últimos años se cuenta con algunas publicaciones que referencian principalmente el trabajo de generación de infraestructura verde más que el diseño propiamente de corredores verdes urbanos (Segovia Aranibar et al., 2020; Vásquez et al., 2016) y algunas aproximaciones a información relevante para su diseño (Moreno et al., 2020).

En este marco, la presente investigación plantea el desarrollo de una metodología de determinación del potencial de espacios públicos para el diseño de un corredor verde urbano, aplicado en la comuna de Temuco, ciudad intermedia del sur de Chile

En esta línea, el objetivo del presente trabajo es diseñar y evaluar una red de corredores verdes, analizando el componente vegetal, fundamentalmente arbóreo, y el estado de las ciclovías y calles. Para el desarrollo de la propuesta, se seleccionaron variables vegetacionales y de infraestructura de movilidad vial, pública y de uso preferencial para peatón y/o ciclista que son la base del concepto de corredor verde urbano (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2020; Moreno et al., 2020; Peng et al., 2017) y que, en conjunto, hacen posible definir un diseño de corredores verdes urbanos para una ciudad sostenible

Temuco presenta problemas ambientales de contaminación y congestión vehicular (Cansino et al., 2019; Eltit, 2011), problemas que se contraponen a un contexto natural único con parques naturales que son parte de “puntos de atención destacada” o “puntos calientes” (*hotspot*) de biodiversidad mundial (Arroyo et al., 2006; Myers et al., 2000), situación que no ha sido aprovechada, sino que, al contrario, ha ido generando fragmentación por el dominio de los espacios construidos.

Esta situación, que se repite en otras ciudades de Latinoamérica, tanto grandes como intermedias, evidencia la necesidad de generar información que contribuya a una óptima planificación urbana integrando distintos elementos urbanos en la búsqueda de un desarrollo sostenible, que generen una mejor calidad de vida a través de los servicios ecosistémicos de los corredores verdes. Dicha planificación potenciará otras áreas de desarrollo, como la asociada al turismo local, que incremente el tiempo del visitante en la ciudad.

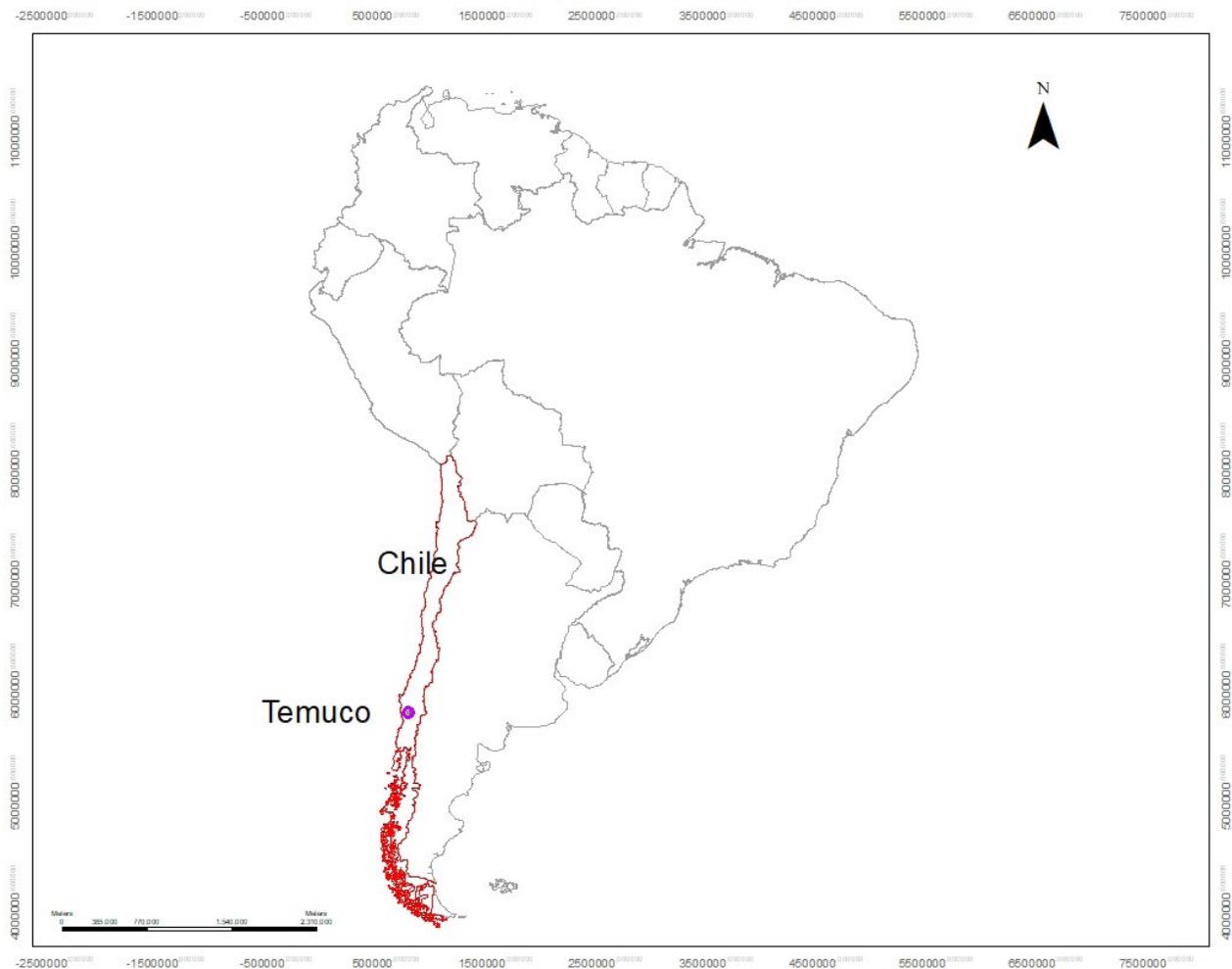
## METODOLOGÍA

### Área de estudio

Se trabajó en la comuna de Temuco ubicada en la región de La Araucanía, Chile (figura 1). La misma posee una superficie de 464 km<sup>2</sup>, con una

población de aproximadamente 306.000 habitantes, de los cuales el 95 % están concentrados en el ámbito urbano y solo el 5 % dispersos en el rural (Municipalidad de Temuco, 2010).

**Figura 1.** Mapa de ubicación Temuco



**Fuente:** elaboración propia (2023).

### Diagnóstico de zonas potenciales de conectividad

La metodología se desarrolló sobre la base de una primera fase de revisión bibliográfica para identificar, sistematizar y resumir conceptos y criterios vinculados con el desarrollo de corredores verdes. A partir de ello, se generó la siguiente propuesta de procesos para el diseño de un corredor verde, aplicado como caso de estudio en la comuna de Temuco, Chile.

Como superficie núcleo se definieron áreas verdes de 2 ha posibles de conectar a través de pequeñas áreas verdes ubicadas entre ellas, tomando en cuenta lo señalado por algunos autores, en relación con que las personas no deben vivir a una distancia superior a 300 m de un área verde, de al menos 2 ha de superficie (Pauleit et al., 2003; Handley et al., 2003). Se

establecieron así las 2 ha como una superficie mínima para una buena calidad de vida.

Entendiendo que la distancia establecida por los autores antes mencionados entre áreas núcleo (300 m) es compleja en un escenario de constante crecimiento urbano, la presente propuesta consideró la distancia señalada por Rueda (2011) de 2 km entre áreas verdes mayores a 2 ha, conectadas en función de elementos de movilidad vial y áreas verdes. Estas áreas de conexión tendrán una distancia de 300 m como máximo.

Finalmente, se establecieron como requisitos de selección de estas áreas —para poder constituir núcleos, entendidos como áreas centrales por conectar, de un futuro corredor verde urbano— que sean funcionales, habitables y públicas, ya que solo de esta forma es posible

gestionar y cumplir con los beneficios de un corredor verde señalados con anterioridad.

## Selección de componentes del corredor verde

### Análisis de calidad de áreas verdes

Si bien la vegetación de un área verde está constituida por árboles, arbustos, matas y estrato herbáceo, con diversos grados de cobertura, para los objetivos de este trabajo se han considerado variables relacionadas con el árbol, por ser el componente más significativo en lo que respecta a los servicios ecosistémicos asociados a los corredores verdes urbanos.

En relación con el análisis y calidad de áreas verdes, una vez identificadas las zonas viables para conectar en función de los criterios expresados anteriormente —diagnóstico de zonas potenciales de conectividad—, se delimitaron dichas zonas mediante la cartografía municipal y documentos de planificación urbana. La

información complementaria no existente en estas fuentes fue generada a través de base de datos comunales.

De estas áreas posibles de conectar, se seleccionaron de forma aleatoria el 10 % de los polígonos identificados en el proceso anterior para su muestreo en terreno, a través de transectos de 100 m de longitud y de 4 m de ancho. Se realizaron 47 transectos, de donde se extrajo la siguiente información:

- Número de árboles.
- Especies.
- Altura de copa y altura total.
- Calidad del arbolado, a través de sanidad y forma (tablas 1 y 2).

Para la evaluación de la sanidad y forma de cada árbol se utilizaron métodos aplicados en estudios forestales (Müller-Using et al., 2021; Schlegel et al., 2000). A este respecto se utilizó la siguiente codificación (tablas 1 y 2).

**Tabla 1.** Sanidad y forma de los árboles

| Valor | Sanidad   | Forma   |
|-------|---|---|
| 1     | Sin ningún signo de etiolación<br>Sin daño por insectos visible<br>Sin daño en el fuste visible                             | Sin encorvado o enroscamiento                             |
| 2     | Con etiolación menor al 20 % de copa<br>Con daños por insectos menor al 10 % de la copa<br>Con daño menor al 20 % del fuste | Con encorvado o enroscamiento en una sección del fuste    |
| 3     | Etiolación superior al 10 % de copa<br>Con daño sobre el 20 % del fuste   | Encorvado o enroscamiento en más de una sección del fuste |

**Fuente:** elaboración propia (2020).

**Tabla 2.** Calidad según sanidad y forma

| SANIDAD |    |    | FORMA |   |
|---------|----|----|-------|---|
| 1       | 2  | 3  |       |   |
| C1      | C1 | C3 |       | 1 |
| C2      | C2 | C3 |       | 2 |
| C3      | C3 | C3 | 3     |   |

Nota: C1= Calidad 1. C2= Calidad 2. C3= Calidad 3

**Fuente:** elaboración propia (2020).

En la tabla 2, C1 representa la mejor conservación del área verde en estudio; C2 posee un porcentaje bajo de daño en sanidad y/o forma, y C3 denota una condición del área verde negativa.

### Análisis de calidad de ciclovías y calles

Respecto al análisis y calidad de ciclovías, se realizaron visitas a las ciclovías que formaban parte de los tramos seleccionados factibles de ser incluidos en la propuesta de corredor verde (figura 4). En dichas visitas se pudo confirmar la

información recopilada en documentos, para luego realizar un levantamiento de las características físicas y el estado de estas.

Para la evaluación de la calidad de ciclovías se desarrolló una metodología de tres pasos, basada en criterios definidos en el manual de diseños de ciclovías del MINVU (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Chile), en la cual se obtuvo la información que se registra en la tabla 3, en la que se establece por cada ítem un puntaje máximo de 3 y de 24 puntos para el total.

**Tabla 3.** Ficha modelo de evaluación de ciclovías y calles

| Elemento               | Valoración de ciclovías y calles |                                |                               |                                     |         |
|------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---------|
| Tipología vía peatonal | Paseo                            | Vereda, paseo                  | Calle peatonal                | Mala calidad peatonal               | Puntos  |
|                        | 3                                | 2                              | 1                             | 0                                   | 0-3     |
| Ciclovía conexas       | Se vincula con vías importantes  | Se vincula con otras ciclovías | Unido a destino de alto flujo | No cumple ninguna anterior          | Puntaje |
|                        | 3                                | 2                              | 1                             | 0                                   | 0-3     |
| Ciclovía directa       | Menos de dos detenciones         | Tres detenciones               | Cuatro detenciones            | Más de cuatro detenciones           | Puntaje |
|                        | 3                                | 2                              | 1                             | 0                                   | 0-3     |
| Ciclovía atractiva     | Relación áreas de recreación     | Seguridad (luminaria)          | Posee áreas retazos verdes    | No posee características atractivas | Puntaje |
|                        | 3                                | 2                              | 1                             | 0                                   | 0-3     |
| Dimensión ciclovía     | Ancho mayor 2,4 metros           | Ancho entre 2,4 y 2,0 metros   | Ancho menor a 2,0 metros      | Tramo de dimensiones irregulares    | Puntaje |
|                        | 3                                | 2                              | 1                             | 0                                   | 0-3     |
| Nivel de intersección  | A nivel calzada                  | A nivel vereda                 | Niveles irregulares           | Intersección en mal estado          | Puntaje |
|                        | 3                                | 2                              | 1                             | 0                                   | 0-3     |
| Demarcación esquinas   | Demarcación azul                 | Demarcación líneas blancas     | Luminosas                     | Sin demarcación                     | Puntaje |
|                        | 3                                | 2                              | 1                             | 0                                   | 0-3     |
| Mobiliario urbano      | Posee buena condición            | Posee regular condición        | Posee mala condición          | No posee                            | Puntaje |
|                        | 3                                | 2                              | 1                             | 0                                   | 0-3     |
|                        | Total puntos                     |                                |                               |                                     | 0-24    |

Fuente: elaboración propia (2020).

Esta clasificación permite una visualización clara del nivel de cumplimiento de los ítems establecidos por el manual del MINVU de cada

una de las vías evaluadas, seleccionando para nuestra propuesta las vías de calidad media y alta (tabla 4).

**Tabla 4.** Calidad de ciclovías y calles

| Calidad baja   | Calidad media  | Calidad alta                                       |
|--|--|--|
| Porcentaje de cumplimiento igual o menor a 50 % (≤12 puntos) | Porcentaje de cumplimiento desde 50 % hasta 75 % (>12 a 18 puntos) | Porcentaje de cumplimiento sobre 75 % (≥18 puntos) |

Fuente: elaboración propia (2020).

## RESULTADOS

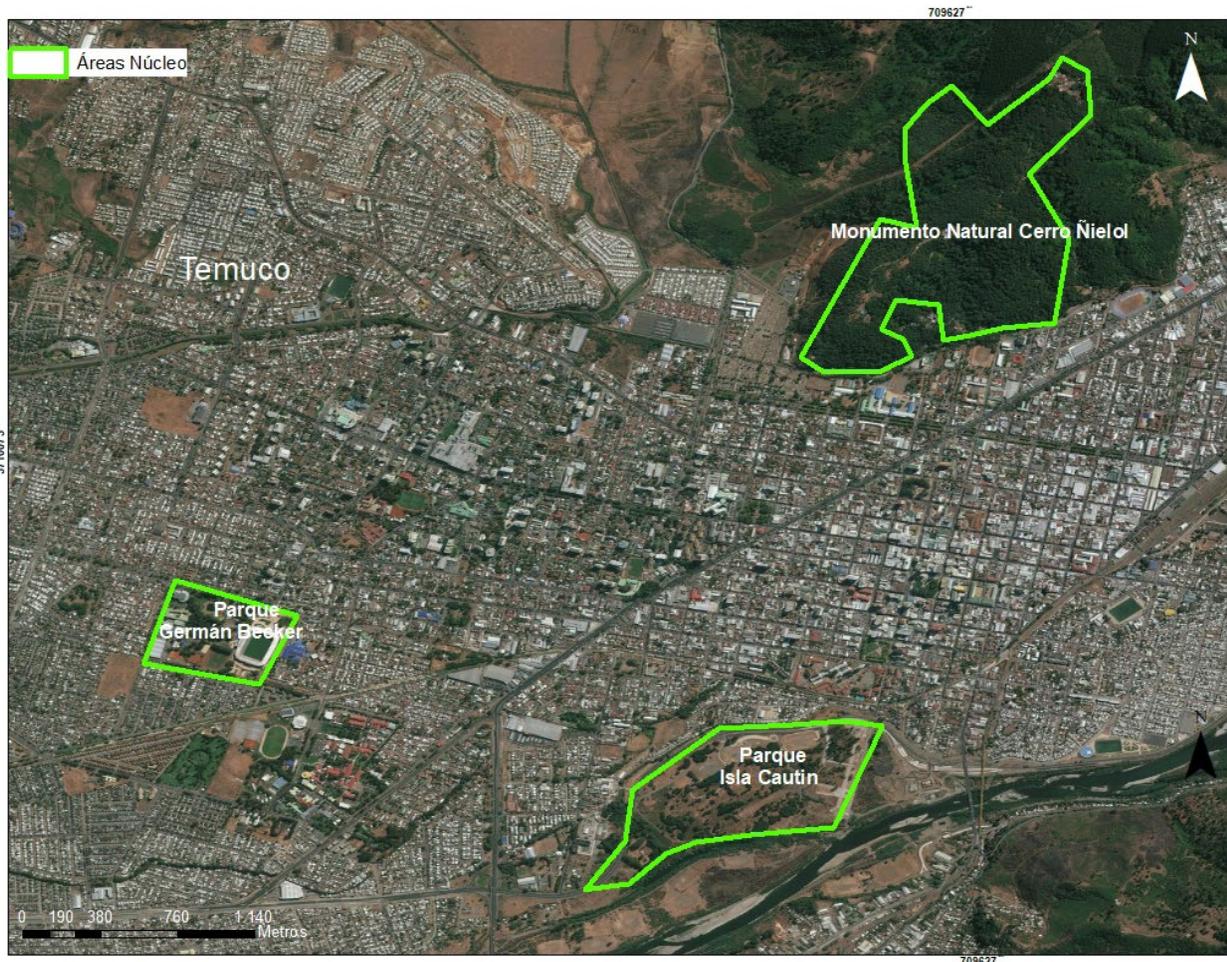
### Áreas núcleo seleccionadas

El primer paso de la propuesta fue identificar entre las áreas verdes urbanas, las zonas núcleos que serían ejes de conectividad. En el inicio se determinaron, mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), 23 áreas superiores a 2 ha, las cuales fueron reclasificadas después de una visita en terreno, en la que se determinó cuáles cumplían las características

establecidas para ser un área núcleo; es decir, ser funcional, habitable y pública, tal como se explicó en el apartado de Metodología.

De esta forma, se seleccionaron tres áreas núcleo de mayor relevancia, ubicadas en el sector centro, debido principalmente a sus características de conectividad y superficie; estas corresponden al Monumento Natural Cerro Ñielol, Parque Isla Cautín y Parque Estadio German Becker (figura 2).

**Figura 2.** Áreas verdes núcleo



**Fuente:** elaboración propia (2023).

### Áreas verdes conectoras seleccionadas

A las áreas núcleo se suman las áreas verdes que por su superficie cumplen con la posibilidad de formar parte del corredor verde (figura 3). Es posible visualizar una alta disponibilidad de áreas verdes conectoras en Temuco, la mayoría de las cuales presentan una calidad de regular a alta y que se distribuyen por toda la ciudad.

Para la selección entre estas áreas se procedió a evaluar su calidad. En este sentido, fue posible apreciar que la mayoría de los árboles de dichas áreas verdes presentan una buena calidad (tabla 5), no se encontraron ejemplares con un estado altamente crítico (calidad 3), lo que indica un buen cuidado y selección de los individuos plantados en dichas áreas, así como una buena conservación de los ecosistemas nativos del Monumento Natural Cerro Ñielol.

**Figura 3.** Áreas verdes conectables



**Fuente:** elaboración propia (2023).

**Tabla 5.** Resumen de calidad de Áreas Verdes Núcleo y Áreas Verdes Conectoras (en porcentaje de superficie)

| Nombre área verde       | % calidad 1 | % calidad 2 | % calidad 3 |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Áreas núcleo            | 88,3        | 11,7        | 0           |
| Áreas verdes conectoras | 82,9        | 15          | 2,1         |

**Fuente:** elaboración propia (2023).

Respecto al origen de las especies (tabla 6) se puede señalar que, en el caso del Parque Isla Cautín, la totalidad de las especies detectadas son exóticas, destacando la presencia

de álamo musolino (*Populus deltoides*), aramo (*Acacia dealbata*), aramo australiano (*Acacia melanoxylon*) y fresno (*Fraxinus excelsior*).

**Tabla 6.** Origen de las especies arbóreas de las áreas verdes núcleo

| Nombre área verde       | % especies nativas | % especies exóticas |
|-------------------------|--------------------|---------------------|
| Áreas núcleo            | 33,3               | 66,7                |
| Áreas verdes conectoras | 22,3               | 77,7                |

**Fuente:** elaboración propia (2023).

El Parque Estadio Germán Becker es el lugar que reúne vegetación de origen exótico y nativo, siendo en este aspecto un elemento urbanístico que representa la evolución del paisaje local, el cuidado de las especies originarias y la combinación con especies foráneas.

Finalmente, el Monumento Natural Cerro Ñielol, como relicto de naturaleza, sus principales especies son nativas, lo que viene a equilibrar la falta de especies nativas en las otras áreas núcleo. En este destacan: roble (*Nothofagus obliqua*), boldo (*Peumus boldus*) y olivillo (*Aextoxicum punctatum*). Aunque es un área silvestre protegida, el parque natural cuenta con espacios recuperados con la inclusión de especies exóticas, además de

la natural integración de especies no nativas debido a la proximidad a zonas urbanas y de plantaciones exóticas aledañas.

### Evaluación y selección de ciclovías

En función de la identificación de ciclovías y vías peatonales cercanas a las áreas núcleo se determinaron las vías conectables disponibles (figura 4).

Posteriormente, siguiendo la metodología propuesta, se evaluaron las diferentes calles y ciclovías conectables, en función de la potencialidad de ser parte del corredor verde. Esta evaluación permitió generar una selección de estas infraestructuras viales prioritizables para el corredor verde (tabla 7).

**Figura 4.** Vías conectables



Fuente: elaboración propia (2023).

**Tabla 7.** Resultados de calidad vial en Temuco de las vías incluidas en la propuesta de corredor verde

| Calidad baja          | Calidad media       | Calidad alta         |
|-----------------------|---------------------|----------------------|
| Av. Recabarren        | Av. San Martín      | Av. Gabriela Mistral |
| Av. Francisco Salazar | Av. Javiera Carrera | Av. Balmaceda        |
| Av. Luis Durand       | Calle Cruz          | Calle Arturo Prat    |
| Av. Rudecindo Ortega  | Calle Zenteno       | Av. Simón Bolívar    |

Continua »

| Calidad baja | Calidad media      | Calidad alta      |
|--------------|--------------------|-------------------|
|              | Av. Las Encinas    | Av. Pablo Neruda  |
|              | Av. Pablo Neruda   | Calle Hochstetter |
|              | Av. Inés de Suárez | Av. Los Poetas    |

Fuente: elaboración propia (2020).

Este análisis permitió seleccionar las ciclovías que tenían una calidad media o alta como rutas que podían formar parte del corredor verde. Cabe señalar que la alta calidad de las ciclovías expresa una gran intención de fomentar la movilidad limpia del peatón y el ciclista, asociando estas rutas con áreas verdes, espacios de recreación y mobiliario urbano.

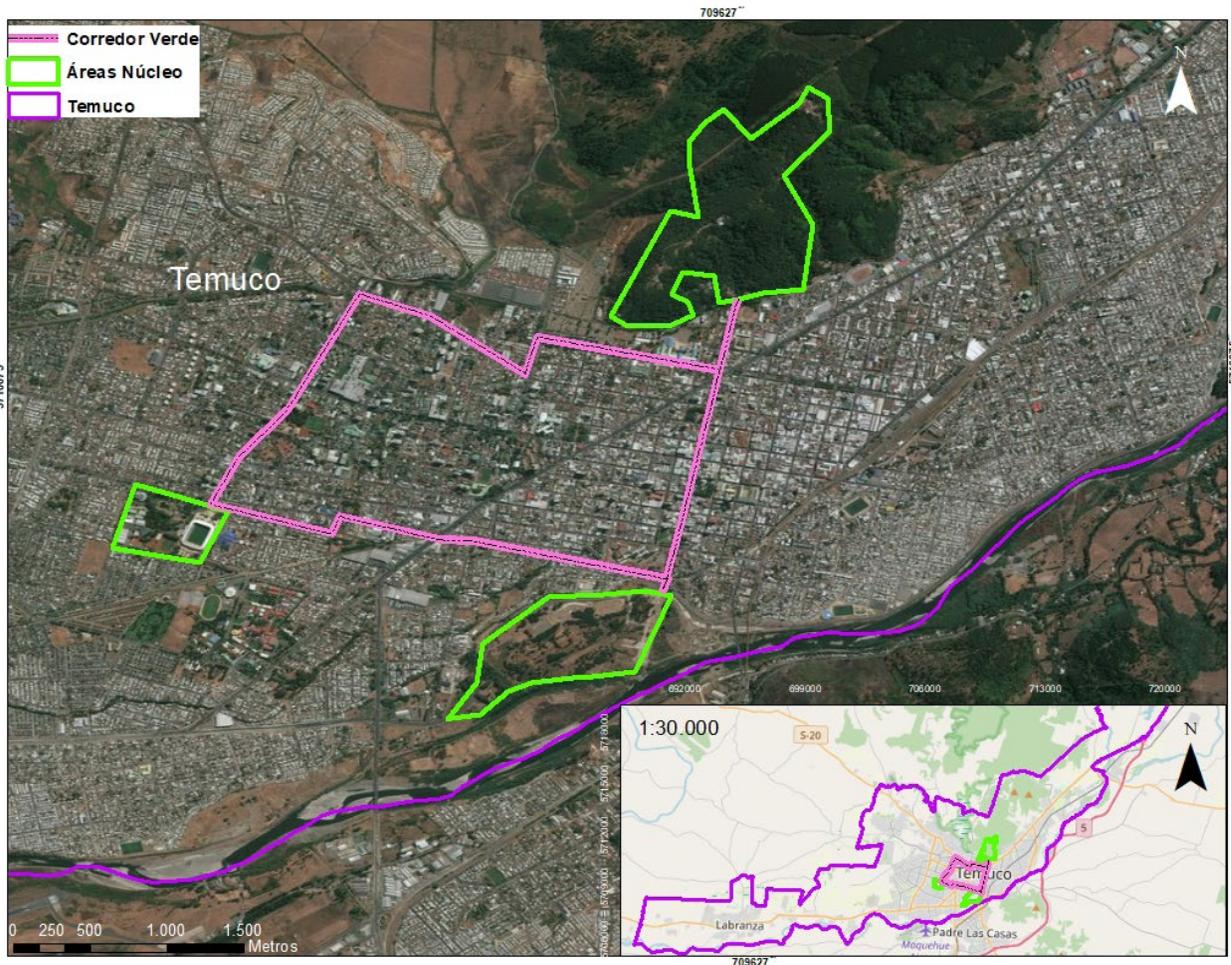
En función de toda la información recopilada y los elementos urbanísticos seleccionados, se procedió a realizar el cruce de los datos, buscando que cumplieran los criterios establecidos, dando como resultado la propuesta

de corredor verde que se puede visualizar en color morado en la figura 5.

Como se puede ver en la figura 5, la propuesta de Corredor Verde Urbano para Temuco forma un circuito cerrado de elementos de movilidad conectables entre calles, ciclovías y espacios verdes públicos, que une las tres áreas verdes núcleo, conformando una extensión total de 8,16 km.

Cabe destacar que el trazado puede modificarse en función de nuevas áreas verdes, ciclovías o vías peatonales que se vayan generando.

Figura 5. Propuesta de Corredor Verde Urbano de Temuco



Fuente: elaboración propia (2020).

## DISCUSIÓN

La propuesta metodológica presentada se aleja de la aplicación neta de elementos a escala de paisajes (sin datos de estructura) y proyectos viales de mayor escala para definir los corredores (İnançoğlu et al., 2020; Psaraftis & Panagakos, 2012; Vásquez, 2016). En este caso, se aplicaron criterios más específicos de evaluación y selección de los elementos urbanos de fácil identificación, y se propusieron métodos de evaluación prácticos que pueden ser replicados en otras zonas.

En este sentido, en la tarea de seleccionar los elementos urbanos, la aplicación de los parámetros de sanidad y forma como base para la calidad del arbolado urbano, permitió diferenciar y priorizar áreas verdes urbanas (Moreno et al., 2020).

En lo referente a ciclovías y calles, se propone un método aplicado a nivel local por el MINVU, más asociado al diseño propio de la vía, con variables como su dimensión y conectividad

entre ellas, que presenta similitudes con algunos criterios aplicados por Lin y Wei (2018). A estos criterios se les pueden agregar otros, según la cantidad de información disponible, como la calidad del pavimento, el tipo y cantidad de servicios conectados, la intensidad de tráfico por las vías, la seguridad de las vías peatonales y su iluminación (Huang et al., 2021; McNeil, 2011; Tolegen et al., 2023).

Tal como se señaló, los corredores verdes, además de potenciar e incentivar una conexión para movilidad activa y reducir la fragmentación de espacios verdes, prestan servicios ecosistémicos como la reducción de las islas de calor y la contaminación. La metodología aquí propuesta permite la integración de otros criterios que potencien estos u otros servicios ecosistémicos, criterios como cercanía a cursos de agua (İnançoğlu et al., 2020; Jiang et al., 2021), protección del recurso hídrico urbano y reducción de temperatura en la ciudad.

## CONCLUSIONES

Los criterios de evaluación de las áreas verdes, ciclovías y calles peatonales mostraron ser aplicables de acuerdo con la información existente en registros locales, con un levantamiento rápido y no excesivamente complejo de información actualizada en campo, lo que permite que esta metodología sea una herramienta de uso práctico y aplicación operativa para los gestores locales.

Temuco muestra tener un gran potencial para el diseño y aplicación de corredores verdes. Cuenta con una alta superficie de áreas verdes y extensión de ciclovías y calles peatonales, con una buena calidad de áreas verdes y de regular a buena respecto al conjunto de ciclovías y calles peatonales.

Plantear estudios como el aquí expuesto no solo ayuda a mejorar la provisión de servicios ecosistémicos urbanos, sino también a que el uso en las áreas verdes de especies vegetales nativas ayude a consolidar la identidad local al asociarse a paisajes naturales con especies de alto valor ecológico.

La propuesta de una metodología base para el diseño de corredores verdes urbanos no solo aporta una sistematización y aplicación de criterios de evaluación de elementos urbanos de corredores verdes, sino que también es un inicio para la integración de otros criterios vinculados a elementos o características que cada ciudad pretenda potenciar con sus corredores urbanos, como puede ser la conectividad de servicios y/o comercios, el incremento de servicios ecosistémicos y la potenciación del turismo según movilidad activa.

El trazado del corredor verde de Temuco supone una vinculación de diferentes puntos y zonas a través de un circuito de movilidad activa, el cual puede potenciar el comercio, el turismo, la cultura y otras áreas del desarrollo de la comuna.

Se puede afirmar que los corredores verdes son una solución basada en la naturaleza de aplicación en las ciudades, aprovechando su multiplicidad de servicios y beneficios a la comunidad, que se proyecta como un instrumento de planificación potente en la tarea de generar ciudades sostenibles.

## CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Este artículo deriva del trabajo de investigación llevado a cabo por investigadores de la Universidad Científica de Sur (UCS), Perú y la Universidad de Córdoba (UCO), España, entre los grupos de investigación Ciudad y

Arquitectura Sostenible de la UCS y los grupos RNM 130, RNM 227, RNM 322 y RNM130 de la UCO. Los autores de este trabajo han realizado las siguientes contribuciones: Roberto Moreno: concepción del estudio, diseño experimental,

recolección y análisis de datos e interpretación de los resultados; Ángel Lora- González: análisis de datos e interpretación de los resultados; Carmen Galán: análisis de datos e interpretación de los resultados; Ricardo Zamora: concepción del estudio, análisis de datos e interpretación de los resultados. Los autores declaran que no tienen conflictos de interés relevantes en relación con la investigación presentada.

## REFERENCIAS

- Ángel, S., Parent, J., & Civco, D. L. (2012). The fragmentation of urban landscapes: Global evidence of a key attribute of the spatial structure of cities, 1990-2000. *Environment and Urbanization*, 24(1), 249-283. <https://doi.org/10.1177/0956247811433536>
- Arroyo, M. T., Marquet, P. A., Marticorena, C., Simonetti, J., Cavieres, L. A., Squeo, F. A., Rozzi, R., & Massardo, F. (2006). El hotspot chileno, prioridad mundial para la conservación. Diversidad de ecosistemas, ecosistemas terrestres. En *Biodiversidad de Chile, patrimonio y desafíos* (pp. 90-93). Ocho Libro Editores. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/120068>
- Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. (2020). *Plan de movilidad sostenible y espacio público de Vitoria-Gasteiz (2021-2025)*. <https://www.vitoria-gasteiz.org/docs/wb021/contenidosEstaticos/adjuntos/es/45/92/94592.pdf>
- Bakogiannis, E., Vassi, A., Siti, M., & Christodouloupoulou, G. (2016). Developing a sustainable mobility plan in piraesus with special emphasis on cycling. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 4, 61-74. <https://doi.org/10.17265/2328-2142/2016.02.001>
- Baldó, J. (2014). Ciudades saludables / ciudades enfermas [ Healthy cities / sick cities]. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 27(1), 193-201.
- Blinge, M. (2014). Policy measures to realise green corridors - A stakeholder perspective. *Research in Transportation Business and Management*, 12, 55-62. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2014.06.007>
- Cansino, J. M., Moreno, R., Quintana, D., & Román-Collado, R. (2019). Health and heating in the city of Temuco (Chile). Monetary savings of replacing biomass with PV system in the residential sector. *Sustainability*, 11(19), 5205. <https://doi.org/10.3390/su11195205>
- Canto López, M. T. (2014). La ordenación de la infraestructura verde en el sudeste Ibérico (Comunidad Valenciana, España). *Cuadernos de Biodiversidad*, 45, 10-22. [http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/40005/1/CuadBio\\_45\\_03.pdf](http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/40005/1/CuadBio_45_03.pdf)
- Clausen, U., Geiger, C., & Behmer, C. (2012). Green corridors by means of ICT applications. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 48, 1877-1886. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.1162>
- Diez Roux, A. V., Slesinski, S. C., Alzaraqui, M., Caiaffa, W. T., Frenz, P., Jordán Fuchs, R., Miranda, J. J., Rodríguez, D. A., Dueñas, O. L. S., Siri, J., & Vergara, A. V. (2019). A novel international partnership for actionable evidence on urban health in Latin America: LAC-Urban Health and Salurbal. *Global Challenges*, 3(4), 1800013. <https://doi.org/10.1002/gch2.201800013>
- Duque, J. C., Lozano-Gracia, N., Patiño, J. E., Restrepo, P., & Velásquez, W. A. (2019). Spatiotemporal dynamics of urban growth in Latin American cities: An analysis using nighttime light imagery Juan. *Landscape and Urban Planning*, 191(April), 103640. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103640>
- Eltit, V. (2011). Transporte urbano no motorizado: El potencial de la bicicleta en la ciudad de Temuco. *Revista INVI*, 26(72), 153-184. <https://doi.org/10.4067/S0718-83582011000200006>
- Flores, S., Van Mechelen, C., Vallejo, J. P., & Van Meerbeek, K. (2022). Trends and status of urban green and urban green research in Latin America. *Landscape and Urban Planning*, 227, 104536. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104536>
- Gámez, V. (2005). Sobre sistemas, tipologías y estándares de áreas verdes en el planeamiento urbano. *Diseño Urbano y Paisaje*, 2(6), 1-22.
- García-Ayllón, S. (2016). Rapid development as a factor of imbalance in urban growth of cities in Latin America: a perspective based on territorial indicators. *Habitat International*, 58, 127-142. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2016.10.005>

- Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, R., & Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: The role of the green infrastructure. *Built Environment*, 33(1), 115-133. <https://doi.org/10.2148/benv.33.1.115>
- Gurrutxaga, M. (2011). La gestión de la conectividad ecológica del territorio en España: iniciativas y retos. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 56, 225-244.
- Handley, J., Pauleit, S., Slinn, P., Barber, A., Baker, M., Jones, C., & Lindley, S. (2003). Accessible natural green space. Standards in towns and cities: a review and toolkit for their implementation. *English Nature Research Reports*, 526, 98. <https://publications.naturalengland.org.uk/publication/65021>
- Hardoy, J. E., Mitlin, D., & Satterthwaite, D. (2013). Environmental problems in an urbanizing world: Finding solutions in cities in Africa, Asia and Latin America. En *Substance abuse issues among families in diverse populations*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315071732>
- Hansen, R., & Pauleit, S. (2014). From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for Urban Areas. *Ambio*, 43(4), 516-529. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0510-2>
- Hong, J., & McArthur, D. (2020). Did safe cycling infrastructure still matter during a COVID-19 lockdown? *Sustainability*, 12(20), 8672. <https://doi.org/10.3390/su12208672>
- Huang, J., Fournier, N., & Skabardonis, A. (2021). Bicycle level of service: proposed updated pavement quality index. *Transportation Research Record*, 2675(11), 1346-1356. <https://doi.org/10.1177/03611981211026661>
- Ikin, K., Le Roux, D. S., Rayner, L., Villaseñor, N. R., Eyles, K., Gibbons, P., Manning, A. D., & Lindenmayer, D. B. (2015). Key lessons for achieving biodiversity-sensitive cities and towns. *Ecological Management and Restoration*, 16(3), 206-214. <https://doi.org/10.1111/emr.12180>
- İnançoğlu, S., Özden, Ö., & Kara, C. (2020). Green Corridors in urban landscapes, case study Nicosia Pedieos River. *European Journal of Sustainable Development*, 9(1), 1-8. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2020.v9n1p1>
- Jiang, Y., Huang, J., Shi, T., & Li, X. (2021). Cooling island effect of blue-green corridors: Quantitative comparison of morphological impacts. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(22), 1917. <https://doi.org/10.3390/ijerph18221917>
- Jirón, P., & Mansilla, P. (2014). Las consecuencias del urbanismo fragmentador en la vida cotidiana de habitantes de la ciudad de Santiago de Chile. *Eure*, 40(121), 79-97. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612014000300001>
- Kim, K. (2011). *A comparative institutional analysis of management in urban riparian greenways: the American River Parkway (Sacramento, California) and the Willamette River Greenway (Portland, Oregon)*. The California State University, Scholarwork. <https://scholarworks.calstate.edu/concern/theses/fb494b74b>
- Lin, J. J., & Wei, Y. H. (2018). Assessing area-wide bikeability: A grey analytic network process. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 113(1), 381-396. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.04.022>
- McNeil, N. (2011). Bikeability and the 20-min neighborhood: How infrastructure and destinations influence bicycle accessibility. *Transportation Research Record*, 2247. <https://doi.org/10.3141/2247-07>
- Mell, I. (2018). Financing the future of green infrastructure planning: alternatives and opportunities in the UK. *Landscape Research*, 43(6), 751-768. <https://doi.org/10.1080/01426397.2017.1390079>
- Moré, R., & Giret, M. (2013). Movilidad sostenible en Bogotá D.C. Caso metro Bogotá. *Revista de Tecnología*, 12(2), 52-99. <https://doi.org/10.18270/rt.v12i2.769>
- Moreno, R., Ojeda, N., Azócar, J., Venegas, C., & Inostroza, L. (2020). Application of NDVI for identify potentiality of the urban forest for the design of a green corridors system in intermediary cities of Latin America: Case study, Temuco, Chile. *Urban Forestry and Urban Greening*, 55. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126821>

- Müller-Using, S., Rojas Ponce, Y., & Martin Stuvan, M. (2021). Propuesta para la definición de un diámetro meta para los árboles futuro en renovales de roble (*Nothofagus obliqua*). *Ciencia & Investigación Forestal*, 27(3), 49-61. <https://doi.org/10.52904/0718-4646.2021.553>
- Municipalidad de Temuco. (2010). *Plan Regulador Comunal. Zonificación urbana*. Municipalidad de Temuco, Región de la Araucanía, Chile.
- Myers, N., Mittermeier, R., Fonseca, G., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853-858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- ONU-Habitat. (2022). *World cities report 2022: Envisaging the future of cities*. World Cities Report 2022. <https://onuhabitat.org.mx/WCR/>
- Pauleit, S., Slinn, P., Handley, J., & Lindley, S. (2003). Promoting the natural greenstructure of towns and cities: English nature's accessible natural greenspace standards model. *Built Environment*, 29(2), 157-171. <https://doi.org/10.2148/benv.29.2.157.54469>
- Peng, J., Zhao, H., & Liu, Y. (2017). Urban ecological corridors construction: A review. *Shengtai Xuebao. Acta Ecológica Sínica*, 37(1), 23-30. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2016.12.002>
- Penteado, H. M., & Alvarez, C. E. (2007). Corredores verdes urbanos: estudo da viabilidade de conexão Das Áreas Verdes De Vitória. *Paisagem Ambiente: Ensaios*, 57-68. <https://www.revistas.usp.br/paam/issue/view/6555>
- Psaraftis, H. N., & Panagakos, G. (2012). Green Corridors in European Surface freight logistics and the Supergreen Project. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 48, 1723-1732. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.1147>
- Romero, H. (2009). *Ecología política del cambio climático en ciudades chilenas: Características y vulnerabilidades sociales*. Seminario Internacional Impactos Sociales del Cambio Climático a Nivel Internacional. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Sociales. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/118159/EcologiaPolitica.pdf?sequence=1>
- Rueda, S. (2011). El urbanismo ecológico. *Territorio, Urbanismo, Sostenibilidad, Paisaje, Diseño Urbano*, p. 1-34. <http://urban-e.aq.upm.es/articulos/ver/el-urbanismo-ecol-gico/completo>
- Schlegel, B., Gayoso, J., & Guerra, J. (2000). *Manual de procedimientos. Muestreos de biomasa forestal*. Universidad Austral de Chile. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/26685/manmuesbio.PDF?sequence=1&isAllowed=y>
- Segovia Aranibar, E. L., Esenarro, D., Ascama, L., Rodríguez, C., & Julca, M. S. (2020). Design of green infrastructure for sustainable urban transportation in Lomas del Paraíso in Villa María del Triunfo. *Journal of Green Engineering*, 10(11), 11180-11192.
- Tolegen, Z., Konbr, U., Karzhaubayeva, S., Sadvokasova, G., Nauryzbayeva, A., & Amandykova, D. (2023). Assessment of safe access to pedestrian infrastructure facilities in the city of Almaty, Kazakhstan. *Civil Engineering and Architecture*, 11(1), 351-371. <https://doi.org/10.13189/cea.2023.110128>
- Vaccaro, L. (2011). *Análisis de la accesibilidad desde la perspectiva de la movilidad*. Universidad de Chile. [https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/100412/0649\\_aq-vaccaro\\_l.pdf](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/100412/0649_aq-vaccaro_l.pdf)
- Vásquez, A. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile I. *Revista de Geografía Norte Grande*, 86, 63-86. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022016000100005>
- Vásquez, A., Devoto, C., Giannotti, E., & Velásquez, P. (2016). Green infrastructure systems facing fragmented cities in Latin America - Case of Santiago, Chile. *Procedia Engineering*, 161, 1410-1416. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.602>
- Vélez Restrepo, L. A. (2007). Paisajismo y ecología del paisaje en la gestión de la arborización de calles. Una referencia a la ciudad de Medellín, Colombia. *Gestión y Ambiente*, 10(4), 131-140. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169419796011>

Wang, Y. (2013). *Sustainable development and green space system construction*. 21st International Conference on Geoinformatics, Kaifeng, China, pp. 1-5. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6626192>

Whitford, V., Ennos, A. R., & Handley, J. F. (2001). City form and natural process. Indicators for the ecological performance of urban areas and their application to Merseyside, UK. *Landscape and Urban Planning*, 57(2), 91-103. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(01\)00192-X](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00192-X)

Žlender, V., & Ward Thompson, C. (2017). Accessibility and use of peri-urban green space for inner-city dwellers: A comparative study. *Landscape and Urban Planning*, 165, 193-205. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.06.011>



# Tras la recuperación de la quebrada Machángara en Quito

After the Recovery of the Machángara Stream in Quito

Recibido: octubre 17 / 2022 • Evaluado: enero 18 / 2023 • Aceptado: abril 4 / 2024

## CÓMO CITAR

Vallejo, M., & Lara-Calderón, M. L. (2024). Tras la recuperación de la quebrada Machángara en Quito. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(2), 205-218.  
<https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.4891>

Matheo Vallejo\*

Universidad Internacional del Ecuador. Quito (Ecuador).  
Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes

M. Lenin Lara-Calderón\*\*

Universidad Internacional del Ecuador. Quito (Ecuador).  
Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes

## RESUMEN

Este estudio analiza la problemática de la quebrada del río Machángara en Quito, evidencia prácticas nocivas generadas por comunidades aledañas y la expansión territorial agresiva en áreas protegidas y zonas de alta vulnerabilidad. En el origen de esto se destaca la inaplicabilidad de normas y la falta de preocupación del Estado en el riesgo de asentamientos, lo que ha llevado a la disminución de la calidad de recursos naturales, de ciudad y a problemas de salud para la población expuesta. La hipótesis plantea que, para mejorar la calidad de ciudad y mitigar los problemas de salud, es necesario implementar medidas en una reestructuración de la normativa, y así corregir errores de política territorial cometidos en el pasado. Los objetivos del estudio son analizar algunas propuestas ejecutadas provenientes de países con características similares, permite reflexionar sobre el proceso de articulación y vinculación de actores en la implementación de herramientas y procesos de planificación exitosos, para posteriormente generar directrices para abordar la recuperación de la quebrada Machángara. Para ello, se propone una metodología combinada que permite obtener un panorama de la problemática, como también un vistazo hacia posibles soluciones a los puntos evidenciados. En conclusión, se destaca la necesidad de implementar medidas y corregir errores de política territorial para reducir los efectos nocivos en la población expuesta y mejorar la calidad urbana de los asentamientos de la quebrada Machángara.

## Palabras clave:

articulación de actores; desechos urbanos; efectos nocivos; gobernanza urbana; participación social

## ABSTRACT

This study analyzes the issues surrounding the Machángara river stream in Quito, highlighting detrimental practices generated by neighboring communities and aggressive territorial expansion into protected areas and highly vulnerable areas. As the cause of this, is the ineffective application of regulations and the State's neglect regarding settlement risks, resulting in decrease of natural resource quality, urban decay and health problems among the exposed population. The hypothesis suggests that in order to improve urban quality and mitigate health issues, it is necessary to restructure regulations and thus rectify past territorial policy errors. The study aims to analyze some proposals implemented in countries with similar characteristics, to reflection on the process of coordinating and linking actors in the implementation of successful planning tools and processes, and subsequently to develop guidelines to address the recovery of the Machángara stream. To this end, a combined methodology is proposed to comprehensively asses the problem and explore potential solutions. In conclusion, the study emphasizes the need to implement corrective measures and revise territorial policies to mitigate adverse impacts on the exposed population and improve urban quality in the Machángara creek settlements.

### Keywords:

coordination of actors; urban pollution; adverse impacts; urban governance; community participation

\* Arquitecto, Universidad Internacional del Ecuador. Quito, Ecuador.  
<https://orcid.org/0000-0002-7967-095X>  
jovallejoro@uide.edu.ec / mathvallejo@gmail.com

\*\* Arquitecto, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.  
Máster, Restauración Arquitectónica, Universidad Politécnica de Madrid. España  
Doctorando en Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid. España.  
<https://scholar.google.com/citations?user=FLco9rIAAAAJ&hl=es&oi=ao>  
<https://orcid.org/0000-0002-8395-9932>  
mlara@uide.edu.ec / lenin.lara.calderon@alumnos.upm.es

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de este estudio es comprender y aplicar un modelo propuesto que se centra en la cuenca de la quebrada del río Machángara en el sector de Monjas. Se busca abordar la problemática asociada al desarrollo urbano, donde la quebrada del río Machángara ha sido identificada como receptor de aguas residuales y desechos urbanos (Loján, 2014), lo que amenaza el medio físico, incluyendo la tierra, el aire y el agua, así como el entorno no físico asociado con el riesgo, la vulnerabilidad y la incertidumbre, que afecta la integridad y la calidad de vida de las personas que habitan el lugar (Lasso, 2014). Sin embargo, el problema no está únicamente en la quebrada del río Machángara, sino también en los efectos de aquella apatía “el no hacer nada” y lo nociva que resulta esta pasividad comunitaria para el crecimiento degenerativo de estas cuencas periféricas, tal como nos explican López-Sánchez et al. (2017) y Moreno y Ussa (2008), quienes definen los efectos nocivos ambientales como los impactos negativos latentes en un límite geográfico específico, resultado de la manifestación simple, sinérgica y/o acumulativa de uno o más impactos ambientales derivados de una actividad determinada vinculada a un proyecto o causa.

Estos efectos, si no se compensan, mitigan o recuperan adecuadamente en un intervalo de tiempo oportuno, generan daños ambientales complejos a mediano y largo plazo, tales como: la expansión agresiva de la población hacia estos sectores de la ciudad; el desconocimiento de las normas, y la despreocupación del Estado en el riesgo de este tipo de asentamientos, que conduce a la reducción de recursos naturales viables para interactuar con la población (Capuz & Santamaría, 2015) propiciando la generación de secuelas nocivas para el entorno. Por último, la hipótesis plantea que, para mejorar la calidad de la ciudad y mitigar los problemas de salud y del entorno, es necesario implementar medidas en una reestructuración de la normativa, y así corregir errores de aplicabilidad de la planificación territorial y política pública cometidos en el pasado. A estas medidas se podría agregar el tratamiento de aguas residuales y una planificación urbana adecuada, basada en el análisis técnico y las necesidades de las partes interesadas.

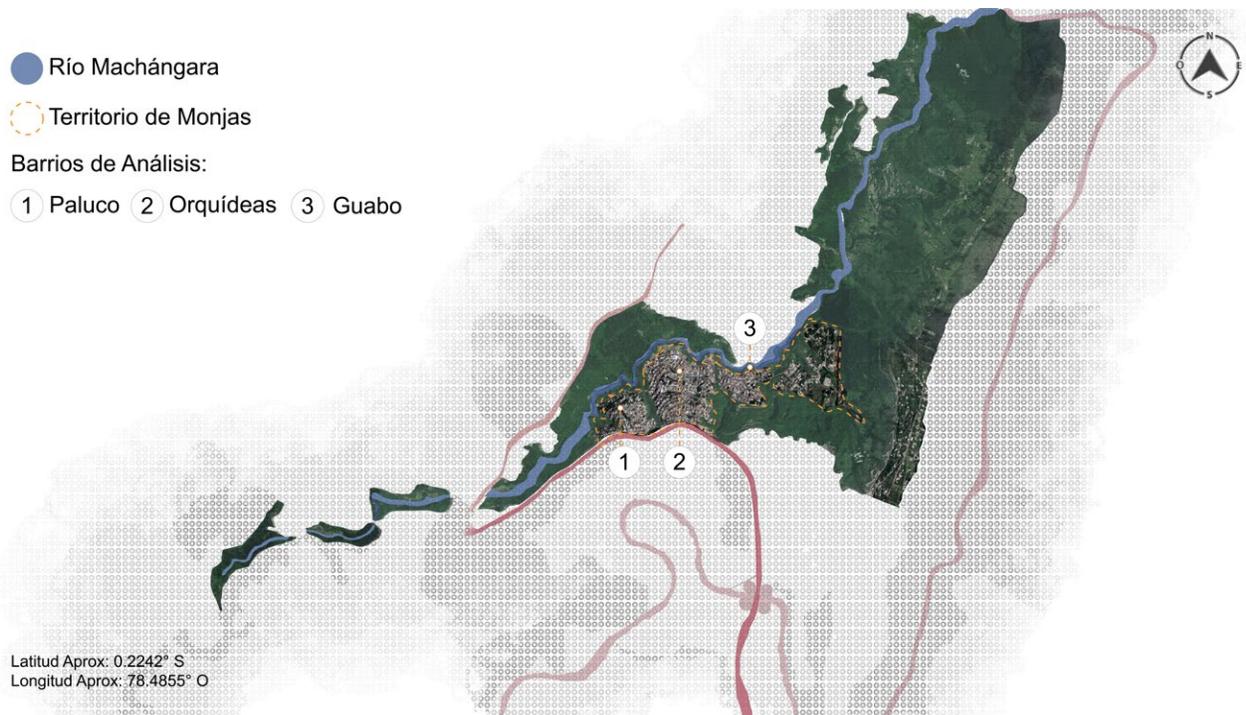
Por ello, el presente estudio se llevó a cabo en el Distrito Metropolitano de Quito, capital del Ecuador. Esta ciudad se encuentra en un terreno variado y tortuoso, con niveles que oscilan entre 490 y 4.950 m.s.n.m., y cubre un área de aproximadamente 4.235,2 km<sup>2</sup> con una topografía compleja donde abunda la vegetación, cerros y cañones que representan alrededor del 60,46 % de la zona verde urbana (Alba & Sarango, 2013).

La quebrada del río Machángara, cuyo origen se encuentra en el Parque Nacional Cajas al norte del país, se extiende a lo largo de 22 km y ofrece un gran paisaje verde notable, como se ilustra en la figura 1. Según datos de Google Earth, esta quebrada posee una cuenca de alta pendiente que oscila entre el 60,2 % y el 63,1 %. A pesar de estas características naturales, los habitantes de los barrios Paluco, Cuabo y Orquídeas, ubicados en la parroquia de Puengasí al centro-norte de la capital, muestran desinterés por estos suelos y optan por buscar y establecerse en zonas asequibles y cercanas a sus lugares de trabajo (Quito Gob, 2013). Se debe considerar, adicionalmente, que la falta de regulación respecto al crecimiento económico, la contaminación de los recursos naturales y el bienestar de la población han sido un problema persistente durante las últimas décadas.

Lojan (2014) en su investigación manifestó que se han implementado diversas políticas de restauración y saneamiento de la quebrada del río Machángara, con el fin de proteger el bienestar de los habitantes y el entorno natural. La más antigua de estas políticas data de 1991, cuando se realizaron los primeros estudios sobre la factibilidad del tratamiento de la quebrada. No fue sino hasta 1997 que la Corporación de Agua Potable y Saneamiento de Quito se involucró en un plan maestro para sanear la quebrada, lo cual se extendió hasta 2012 cuando el alcalde de Quito aprobó la construcción de plantas de tratamiento para aguas residuales, y así devolver el espacio a la comunidad. Sin embargo, la pasividad de la población y de los entes de control empeoró la situación a un nivel alarmante en los años siguientes, y en 2019 el alcalde propuso el proyecto "Vindobona", un proyecto visionario que proponía limpiar los canales mediante la recolección de aguas residuales para las centrales hidroeléctricas, lo que generaría parques lineales en algunos tramos (Quito Gob, 2021). Lamentablemente, el proyecto fue abandonado.

Como se ha podido evidenciar, se han proyectado varios planes y acciones a lo largo de la historia de la restauración de la quebrada del río Machángara, pero debido a la falta de seguimiento y la interrupción de las alcaldías, estos planes continúan retrasándose. Es así como, en el 2015, la Alcaldía de Quito desarrolló un plan integral de intervención ambiental para los cañones de la ciudad, con el objetivo de guiar una intervención participativa en su plan de restauración de áreas protegidas (Egas & Ordóñez, 2015). A pesar de ello, esta herramienta no ha logrado solucionar las problemáticas de insostenibilidad. Además, los planes planteados han sido enfocados principalmente en la ciudad, mientras que los espacios difusos de la quebrada del río Machángara han sido obviados en estos planes.

**Figura 1.** Cartografía de acercamiento al tramo urbano afectado por la quebrada Machángara



**Fuente:** elaboración propia, (2022). CC BY-NC-SA.

## METODOLOGÍA

### Metodología cuantitativa: encuestas en el diagnóstico de factores pasivos-nocivos

Se ha adoptado una metodología mixta que combina la recolección de datos cualitativos y cuantitativos mediante encuestas, grupos focales y la tabulación de datos a través de la matriz de Gantt, con el fin de aplicar una triangulación metodológica. De acuerdo con Okuda y Gómez (2005), la triangulación implica la combinación dinámica y flexible de varias metodologías de investigación para estudiar un mismo fenómeno, que permite identificar patrones de convergencia que, a su vez, aumentan la validez y consistencia de los hallazgos, que facilita una interpretación global del tema desde múltiples perspectivas. Esta investigación, mediante dicha metodología, explora la percepción de la comunidad acerca de una serie de impactos sobre la condición física y ambiental del sitio.

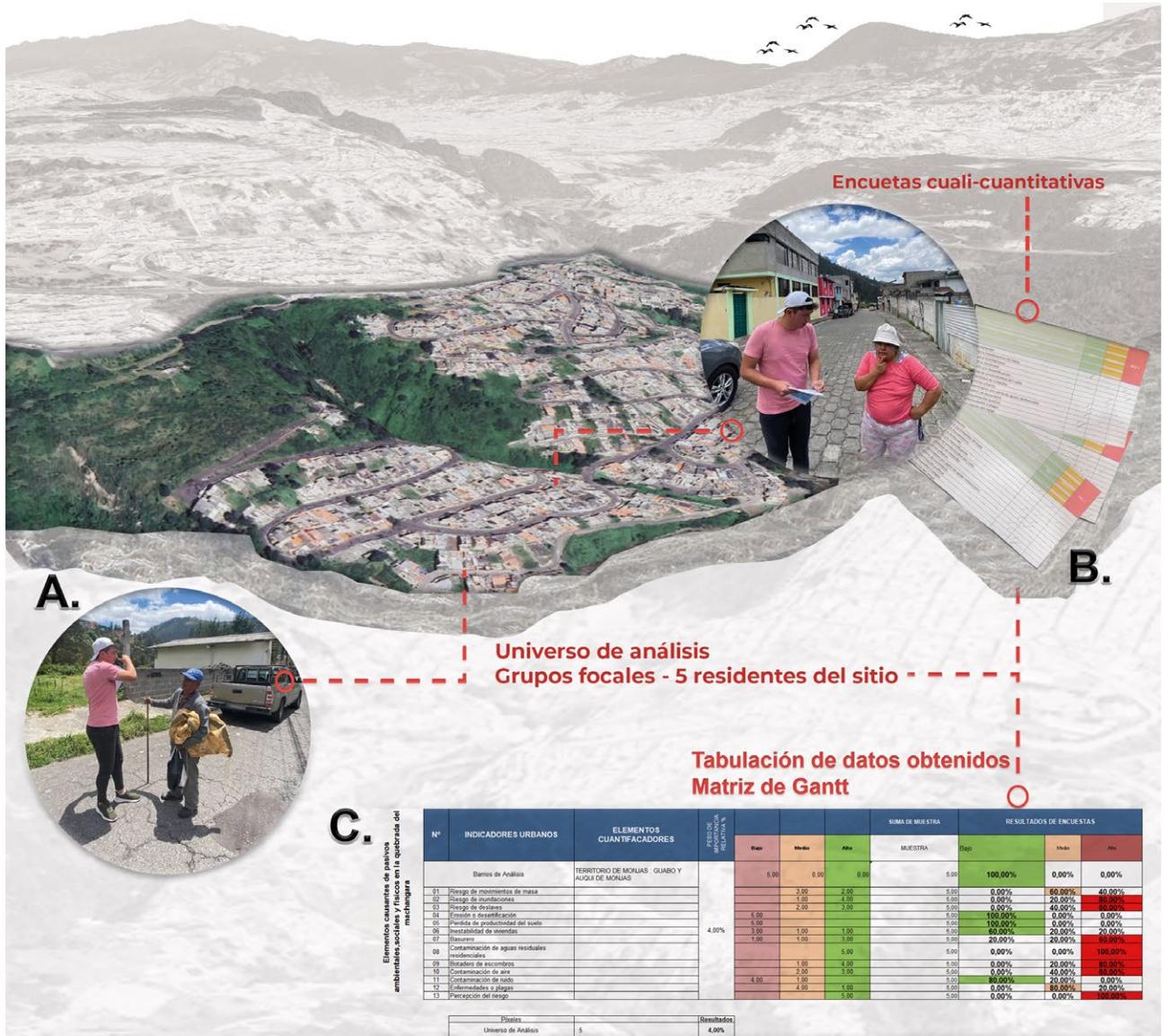
El grupo focal fue cuidadosamente seleccionado entre individuos pertenecientes a diversos conjuntos sociales y familias arraigadas en la localidad por un extenso periodo; algunos de ellos han vivido allí toda su vida. La composición del grupo de enfoque se basó en la evaluación de las opiniones con respecto a la duración de su residencia en el área, en articulación con el objetivo previamente establecido. Este enfoque permitió una profundización en las percepciones y experiencias de los usuarios. Además,

posibilitó un acercamiento íntimo y directo con la comunidad, que brindó una valiosa oportunidad para captar sus necesidades, preocupaciones y deseos, partiendo de una perspectiva más individualizada y empática.

Las encuestas realizadas a los grupos focales, como se observa en la figura 2, se estructuraron para evaluar once efectos nocivos de origen natural, antrópico y físico en el entorno. Estos puntos buscan valorar diversos aspectos como el riesgo de movimientos de masa, inundaciones, deslizamientos, erosión, pérdida de productividad del suelo, inestabilidad de viviendas, presencia de basureros urbanos, contaminación por aguas residuales, contaminación acústica, plagas y enfermedades, así como la percepción del riesgo. Se utilizó una escala de valoración del 1 al 3, asignando un valor de 1 a las acciones de menor impacto negativo y un valor de 3 a aquellas de mayor impacto negativo que generen alarma, como se detalla en la figura 2. Posteriormente, los datos recopilados en las encuestas se tabularon utilizando la matriz de Gantt, perteneciente al método de Scrum como una herramienta que ofrece una representación visual clara y concisa de las respuestas que generaron mayor preocupación en relación con las actividades de alto impacto negativo en la zona. Esta estrategia ha permitido obtener una comprensión integral del proceso degenerativo y una visión panorámica amplia del sector en estudio (Handi, 2014).

**Figura 2.** Esquema de recopilación de datos, socializado con la comunidad

# Efectos **nocivo-pasivo ambientales** en la quebrada del Machángara



Fuente: elaboración propia a partir de datos recopilados en sitio, (2022). CC BY-NC-SA.

## Metodología cualitativa: análisis de referentes ante la acción de mitigación de efectos pasivos nocivos

La metodología aplicada en este artículo consiste en un análisis de referentes que evalúa el pasado, presente y futuro de la recuperación de espacios similares a la quebrada del río Machángara. En este análisis, el presente juega un papel crucial, ya que proporciona directrices sobre cómo se debería llevar a cabo un plan de rehabilitación de la quebrada Machángara en Quito y cómo esta puede perdurar en el futuro de manera autogestionada entre diversos actores públicos y moradores del sitio. Para ello, se han considerado casos de estudio de países como Colombia, Chile y Estados Unidos, que presentan carac-

terísticas similares en términos de topografía, ambiente y factores nocivos. La lectura y análisis de estos casos de estudio permiten reflexionar sobre el proceso de articulación y vinculación de actores en la implementación de herramientas, medidas y procesos de planificación exitosos en la recuperación de quebradas (Briede-Westermeyer et al., 2018). Estas reflexiones y análisis han llevado a la generación de directrices de carácter retórico para abordar la recuperación de la quebrada de Quito (Aguirre Collahuazo, 2016). La metodología proporciona una comprensión teórica y práctica del tema abordado en el artículo, ya que el análisis de referentes permite comprender la problemática desde diversas perspectivas y seguir ejemplos previos.

### Referentes analizados

- Quebrada Puerto Varas, Chile
- Parque Lineal Santa Elena, Colombia
- Recuperación de la quebrada Juan Bobo, Colombia
- Mill River Park, Estados Unidos

## RESULTADOS

### Resultados metodología cuantitativa: encuestas en el diagnóstico de factores pasivos nocivos

Una vez realizadas las encuestas a los diversos grupos focales de la comunidad en el sector de Monjas, se pudo obtener una visión más precisa de la situación actual de la quebrada y determinar cuáles son las acciones prioritarias que se necesitan tratar para mitigar los daños causados por sus agentes contaminantes (Egas & Ordóñez, 2015). Este proceso involucró abordar un amplio rango de evaluación, que abarcó desde el nivel más básico hasta el más alto de insatisfacción frente al impacto negativo experimentado actualmente. Una vez recolectada la información de los distintos sectores, se procedió a ingresar los datos proporcionados a través de una hoja

de Excel en la que se estableció una matriz de Gantt, que sirvió de sintetizador analítico para representar de forma gráfica, como lo ilustra la figura 2, en la que se puede conocer la percepción sobre el estado degenerativo ambiental y la responsabilidad de sus habitantes en este (Canelos Salazar, 2020).

En la figura 3 se puede observar que hay un grado de impacto medio para la población del sector con relación al riesgo de movimientos de masa que podrían afectar la integridad de sus viviendas. Es importante destacar que la construcción en esta área no ha sido regularizada de acuerdo con las especificaciones establecidas en la Ordenanza Metropolitana 432 (2013), en cuanto a la estructura de las edificaciones y sus requisitos de construcción.

**Figura 3.** Proceso de recopilación y socialización de datos con la comunidad



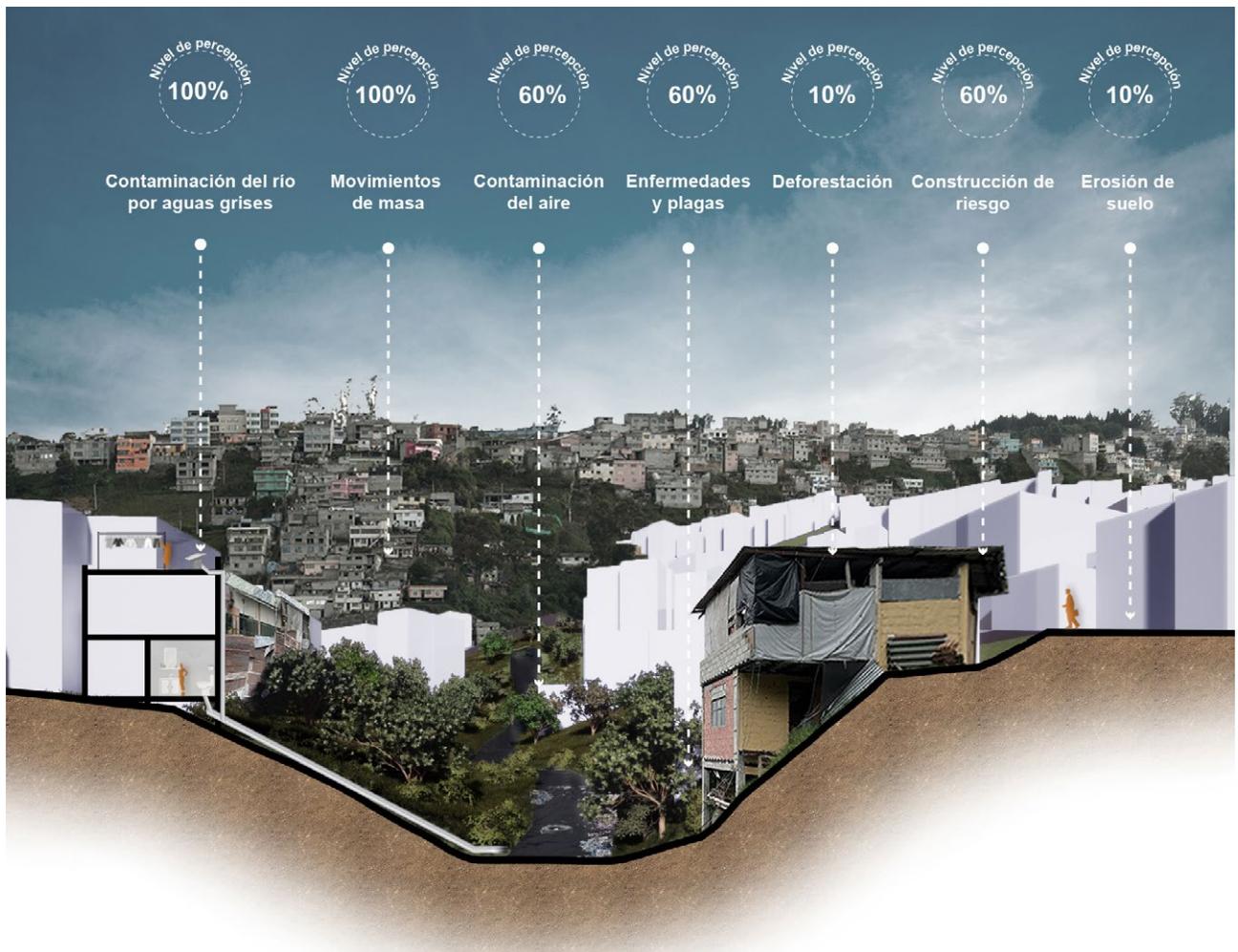
**Fuente:** elaboración propia a partir de datos recopilados en sitio Quito, Ecuador. CC BY-NC-SA.

Además, es relevante señalar que la normativa establecida por el Municipio de Quito no contempla disposiciones específicas relacionadas con la evacuación y drenaje de aguas grises, lo cual ha llevado a la adopción de prácticas rudimentarias y perjudiciales para el medio ambiente. Esta situación se refleja en la figura 4, donde se evidencia que la quebrada que desemboca en el río Machángara se utiliza como canal principal para desechar residuos, y genera una excesiva contaminación que contribuye a la proliferación de plagas y enfermedades. Este factor ha sido mencionado y contrastado por la comunidad como un efecto de gran preocupación, ya que quienes tienen una relación cercana con las cuencas sufren problemas dermatológicos y respiratorios que afectan significativamente su calidad de vida.

Se puede ver que dichos efectos nocivos para la salud se derivan del desconocimiento de los habitantes sobre la mala práctica y los efectos adversos que tiene el uso de suelos cercanos a las cuencas para el cultivo de alimentos destinados al consumo animal y humano.

La figura 4 revela diversos aspectos de impacto en la comunidad del sector de Monjas. La falta de regularización de la construcción, la carencia de disposiciones sobre el manejo adecuado de aguas grises, la contaminación de la quebrada y sus repercusiones en la salud de los residentes, así como otras preocupaciones ambientales y sonoras, evidencian la necesidad de tomar medidas y desarrollar estrategias para mitigar los efectos negativos en el área y mejorar la calidad de vida de la población afectada.

**Figura 4.** Conclusión porcentual de efectos pasivos de menor impacto



**Fuente:** elaboración propia (2022). CC BY-NC-SA.

## Análisis de referentes ante la acción de mitigación de efectos pasivos nocivos

### Primer referente de estudio: Quebrada Puerto Varas, Chile

El presente referente se encuentra en la ciudad de Puerto Varas en Chile, en un área protegida llamada “Quebrada Honda”, que sirve para la ciudad como un principal drenaje de aguas lluvias y el hábitat del último humedal de Puerto Varas. Sin embargo, presenta distintos efectos pasivos, mismos que se observan en la figura 5, que afectan la integridad del ecosistema natural y urbano. El crecimiento de Puerto Varas ha ido degenerándose progresivamente por el uso del espacio verde y áreas protegidas por los proyectos inmobiliarios, determinado así zonas de botaderos de basura, residuos y escombros. Lo anterior ha traído efectos secundarios como la contaminación del lugar, puntos muertos que generan inseguridad para transeúntes y focos microbasurales (Urbanismo Social, 2020).

En la última década se han creado entidades que promueven una cultura de cuidado de estos espacios. El Plan Urbano de Gestión de Quebradas 2018, movimientos de regeneración

como “Mi parque, Mi patio” y “Te falta parque” y medidas de cuidado de parques han reformulado estos espacios a través de concursos e iniciativas ciudadanas. Las propuestas han alcanzado a recuperar los espacios de naturaleza, en los que participan actores privados y públicos en la vinculación directa con el diseño (Urbanismo Social, 2020) en tres partes:

1. Articulación de actores: promueve el espacio público como un lugar de articulación y diálogo entre actores, promoviendo leyes de sostenibilidad para asegurar el cuidado del proyecto a largo plazo.
2. Diseño participativo: desarrollar junto a la comunidad estrategias que involucren a los residentes del sitio (Urbanismo Social, 2020).
3. Acción comunitaria: ejecución del proyecto a través de sesiones laborales de trabajo de la comunidad, instituciones públicas y otros actores.

Las ejecución de este plan ha sido de gran apoyo para la rehabilitación de la quebrada Honda; sin embargo, cabe recalcar que otros factores de administración de áreas verdes propuestos por el distrito de Puerto Varas en conjunto con la entidad Patagua, han apoyado

en el campo económico para la creación del parque lineal y su cuidado a futuro, implantando leyes de inversión estatal, multas, recuperación

de plusvalías, donación sin extensión tributaria y arriendo de espacios o actividades y servicios para los usuarios (Patagua, 2018).

**Figura 5.** Tarjeta reflexiva del referente Quebrada Parque Puerto Varas en Chile



**Fuente:** elaboración propia a partir de fuentes del Municipio de Puerto Varas, Chile (2022). CC BY-NC-SA.

### Segundo referente de estudio: Parque Lineal Santa Elena, Colombia

El siguiente referente está ubicado en Medellín, Colombia, específicamente en las comunas 8 y 9 que se encuentran ligadas al tramo de la quebrada Santa Elena (Ruiz, 2010), lugar donde el crecimiento urbano ha llevado a que en las cuencas hidrográficas de las quebradas se den asentamientos de vivienda informal, lo cual ha sido el principal motivo perjudicial debido a que se han generado rellenos y plataformas rudimentarias. El problema parte del incumplimiento de regularización y proyección generando deterioro en el afluente hídrico, reduciendo la capacidad del cauce para la transición de aguas lluvias. La población de estas comunas ha estructurado una red sanitaria que desemboca en la quebrada (Ruiz, 2010), la cual desencadena un caos nocivo representado en la figura 6.

Para mitigar las causas que afectan a las comunas y llegar a una recuperación de la quebrada Santa Elena, la Entidad de Desarrollo

Urbano de Medellín y la Secretaría de Medio Ambiente ejecutaron un plan integral de recuperación radical, con la construcción de una red de alcantarillado que recogiera todas las aguas servidas (Empresa de Desarrollo Urbano, 2010), solucionando el principal factor que traía conflictos al entorno. Sin embargo, el proyecto se ha apoyado en la nueva agenda urbana planteada por la ONU (UN-Habitat, 2020), que indica que se deben tomar políticas directas que enfatizan el desarrollo espacial del lugar y mejoramiento de barrios marginados, los cuales han sido plasmados en el plan de gestión social denominado "Urbanismo Cívico-Pedagógico".

Este plan busca una participación de la población para asegurar el cuidado de esta obra, los actores públicos involucrados en el proyecto se encargaron de mitigar los problemas de insostenibilidad de movilidad como de diversos equipamientos públicos, abriendo a la ciudad un parque recreativo y deportivo que se encarga de articularse con otros espacios de similares características (Ruiz, 2010).

**Figura 6.** Tarjeta reflexiva del referente Parque Lineal Quebrada Santa Elena en Colombia



**Fuente:** elaboración propia a partir de fuentes del Municipio de Medellín, Colombia (2022). CC BY-NC-SA.

**Tercer referente de estudio: recuperación de la quebrada Juan Bobo, Colombia**

El tercer referente se encuentra ubicado en Medellín, Colombia, específicamente en el sector “Comuna dos”, donde el proceso de ocupación ha llevado a un desarrollo informal en lugares de alto riesgo y difícil acceso. El Proyecto Urbano Integral (PUI) diagnosticó que las problemáticas más representativas estaban asociadas con la presencia de vivienda construida en malas condiciones, poca salubridad y conexión informal de servicios (URBAM, 2015). Fueron necesarios estudios geotécnicos, análisis de estabilidad, hidráulicos e hidrológicos para tomar acciones acertadas en la mitigación de riesgo (URBAM, 2015).

La intervención se llevó a cabo para recuperar el hábitat físico y ambiental, como se puede ver en la figura 7, la cual nos expresa el análisis de la normativa existente, que, según estudios técnicos realizados, cambió en beneficio de los habitantes. Se reformularon las cuencas de mayor alarma debido a la densificación existente, reubicando el número de familias en edificios construidos en el sector, liberando así espacios en la quebrada y bajando la carga viva. También se aplicaron estrategias de implementación para mejorar el confort de las personas, creando nexos entre la quebrada a través de puentes, caminerías y espacios públicos que ayudarían a mitigar la inseguridad. Por último, se analizaron estructuralmente las viviendas ya establecidas en el lugar, y se aplicó una gestión de fortalecimiento para evitar derrumbes y dotarlas de servicios básicos.

**Figura 7.** Tarjeta reflexiva del referente Recuperación de la Quebrada Juan Bobo en Colombia



**Fuente:** elaboración propia a partir de fuentes del Municipio de Medellín, Colombia (2022). CC BY-NC-SA.

### Cuarto referente de estudio: Mill River Park, Estados Unidos

El último caso de estudio está ubicado en Stamford, Estados Unidos, es un área ecológica con una topografía moderadamente inclinada (figura 8). La cuenca de este río cuenta con recursos de flora y fauna que en tiempos pasados fueron dañados por la empresa molinera, ya que utilizaban la cuenca como una fuente energética para distintos molinos; inclusive, se construyó una presa que no solo bloqueaba el cauce natural, sino que también privatizaba el acceso de las personas, desvinculándola del ecosistema natural y el entorno urbano (Ceballos, 2015).

Con el pasar de los años, la construcción de una presa trajo consecuencias catastróficas, como el surgimiento de grandes inundaciones que

generaban pérdidas millonarias de propiedades públicas y privadas. En 2007 se tomaron acciones regenerativas en el Mill River, decretando planeamientos de gestión de riesgos de inundaciones y reformulando esta área industrial como un espacio ecológico protegido (Jackson, 2014).

La alcaldía, dirigida por el mayor Dannel Malloy, convocó un plan de intervención para recuperar el río, por etapas vinculadas a un grupo de actores responsables, comenzando con la reactivación de las cuencas después de la degeneración causada por la industria (U.S. Government Information, 2020). Se incluye un sistema de zanjas que se encargan de recibir el agua, purificarla a través de sus agregados y redirigir esa agua a un nuevo sistema de drenaje mucho más amplio, el cual soporta la carga pluvial de la zona (Jackson, 2014).

**Figura 8.** Tarjeta reflexiva del referente Mill River Park en Stamford



**Fuente:** elaboración propia a partir de fuentes del Municipio de Connecticut, Estados Unidos (2022). CC BY-NC-SA.

## DISCUSIÓN

Este estudio revela en detalle el curso histórico de las normas y actividades sociopolíticas que han regido la región del río Machángara durante décadas. Se estableció que existe un descontrol físico en el territorio por incumplimiento y falta de organización interna en el municipio. Sin embargo, es alentador que exista la oportunidad de cambiar esta situación. Las referen-

cias analizadas muestran modelos alternativos de gobernanza que enfatizan la estrecha interacción entre el Estado y la sociedad.

Aumentando esta brecha entre crecimiento económico, desarrollo social y medio ambiente, se toman en cuenta los actuales desafíos y la crisis sistemática existente en el territorio, así

como la afectación al cambio climático, ya que “la producción y el consumo de bienes y servicios causan el deterioro del medio ambiente y la degradación de los índices de bienestar y salud pública, que generan, en su esencia, una gran parte de la acechanza del cambio climático” (González, et al., 2024). En contraposición, estas alternativas buscan lograr resultados adaptados a las necesidades específicas del sector, entre ellas está la regulación de las áreas con leyes y reglamentos propias del sector.

Como se afirmó en Parque Quebrada, Chile, (Urbanismo Social, 2020), esto enfatiza la importancia de la participación activa organizada de los ciudadanos en los proyectos de regeneración. Tal compromiso no solo contribuye a la creación conjunta de ciudades más sostenibles, sino que también promueve un diálogo constructivo entre diferentes partes interesadas. Además, se reconoció el papel fundamental de las instituciones públicas y sus políticas de recuperación. Estas políticas demuestran un claro compromiso con la protección del medio ambiente y el bienestar de la comunidad, y pueden incluir leyes y reglamentos destinados a proteger los espacios naturales y crear espacios verdes en entornos urbanos. El fuerte apoyo de las instituciones públicas es fundamental para el éxito de los

proyectos, ya que brindan recursos, financiamiento y asesoramiento técnico que ayudan a generar confianza pública en las actividades de recuperación (Reyes, 2018).

Por otro lado, el Modelo de Transformación Urbana implementado en Medellín (URBAM, 2015) enfatiza la importancia de la interacción de varios actores en el proceso de transformación urbana y el movimiento creado por el Estado. En este contexto, el Estado es considerado un actor central en el proceso de mejoramiento urbano e inclusión social. La participación activa de las instituciones públicas, las ONG, el sector privado y las comunidades locales es esencial para una transición exitosa. Cada participante aporta valiosas perspectivas, conocimientos y recursos que enriquecen el proceso de toma de decisiones y la implementación del proyecto. El Estado tiene el potencial de contribuir al movimiento de renovación urbana a través de sus políticas y programas, asignando recursos financieros, desarrollando regulaciones apropiadas y promoviendo la participación ciudadana. Estas campañas pueden incluir actividades como la construcción de infraestructura, la mejora de los servicios públicos, la revitalización de comunidades, la promoción de viviendas asequibles y la implementación de programas sociales destinados a mejorar la calidad de vida de los residentes.

## CONCLUSIONES

Estudios de normativas y encuestas previas han demostrado que los espacios públicos, privados, zonas protegidas, etc., no son debidamente administrados y autogestionados, no existe un reconocimiento de la quebrada como parte del entorno urbano y la identidad reflejada en la misma. Los movimientos y normas urbanas están previstas para ser aplicadas en ciudades formales, por lo que limitan su aplicabilidad en distintas áreas urbanas afectando principalmente a los asentamientos informales. Las decisiones con respecto al espacio público conducen a una inconsistencia generalizada alterando así los ecosistemas y reduciendo la comodidad de las personas que viven en su entorno.

Por ello, se debe tomar en cuenta la restauración de las quebradas, y la normativa de planificación urbana debe pasar por un proceso de reformulación en el que se cree una relación entre los actores involucrados, para llegar a una propuesta que no solo genera un cambio, sino también un acercamiento a la situación actual permitiendo que la misma proporcione un desarrollo sostenible y así mitigar los efectos nocivos, como se evidencia en la figura 9.

Como otras posibles soluciones está la concientización e importancia de contar con fondos destinados a la mitigación de efectos perjudiciales que atentan contra la integridad de la ciudad. Dicha propuesta no solo ayuda financieramente, sino que también genera una capacidad de respuesta rápida y eficaz ante un posible desastre natural, pues el apoyo cíclico permitiría gestionar mecanismos de financiamiento permanentes y diversos para cada caso, evitando así la trascendencia de efectos dañinos por falta de recursos.

Un factor clave para realizar este cambio sería concientizar acerca del valor del espacio, enfatizando y comprendiendo la contribución del aspecto ambiental, así como considerar la continua explotación de la creciente densidad de población ilegal. Adicionalmente, es necesario un proceso de restauración y descontaminación de este espacio, cuya ventaja será convertirlo en una infraestructura multifuncional, creando una red verde de espacios públicos que aporten a la calidad de vida de los habitantes.

**Figura 9.** Esquema del Proceso de Gobernanza Urbana en la evaluación territorial, como sus posibles metodologías aplicadas en la recuperación de la quebrada Machángara.



**Fuente:** elaboración propia (2022). CC BY-NC-SA.

## CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Este artículo deriva de una investigación llevada a cabo en Universidad Internacional del Ecuador tras una tesis de pregrado de nivel investigativo titulada *Plan de Gobernanza Urbana en la Quebrada del Río Machángara en el sector de Monjas*, en la facultad de Arquitectura, Diseño y Artes asociada al proyecto.

Los autores de este trabajo han realizado las siguientes contribuciones: José Matheo Vallejo: concepción del estudio, diseño experimental, recolección de datos y análisis de resultados; M.

Lenin Lara Calderón: análisis de datos, metodología, interpretación de resultados. Los autores declaran que no tienen conflictos de interés relevantes en relación con la investigación presentada.

Agradecemos a la comunidad del sector de Monjas, a los barrios que participaron en el presente estudio y a la facultad de Arquitectura, Diseño y Artes de la Universidad Internacional del Ecuador, por su apoyo y asistencia en este estudio.

## REFERENCIAS

- Aguirre Collahuazo, J. (2016). Análisis de proyecto arquitectónico. *Estoa*, 005(008), 41-56. <https://doi.org/10.18537/est.v005.n008.05>
- Alba, Y., & Sarango, V. (2013). *Modelo de Gestión Forestal*. Resumen Ejecutivo. Secretaría de Ambiente, Quito, Ecuador.
- Briede-Westermeyer, J. C., Leal-Figueroa, I. M., & Pérez-Villalobos, C. E. (2018). Análisis de referentes como estrategia de aprendizaje del diseño conceptual de productos. *Formación Universitaria*, 11(1), 3-12. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062018000100003>
- Canelos Salazar, R. (2020). *Desigualdades territoriales en Ecuador: una perspectiva estructural desde las ciudades*. Universidad Internacional del Ecuador.

- Capuz, N., & Santamaría, J. (2015). *Las políticas ambientales de conservación del ecosistema natural y la contaminación de la quebrada de la parroquia Picaihua*. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/11591>
- Ceballos, N. (2015). *Mill River Park - Parque y Corredor Verde*. [https://issuu.com/nelramari/docs/mill\\_river\\_parl\\_taylor\\_ceballos\\_iba](https://issuu.com/nelramari/docs/mill_river_parl_taylor_ceballos_iba)
- Egas, J., & Ordóñez, J. (2015). *Plan de Intervención ambiental integral en las quebradas de Quito*. Consultoría y asesoría socioambiental NOVUM.
- Empresa de Desarrollo Urbano (EDU). (2010). *Parque lineal quebrada Santa Elena sector El Molino, espacio público de encuentro*. <http://www.edu.gov.co/site/actualidad/510-parque-lineal-quebrada-santa-elena-sector-el-molino-espacio-publico-de-encuentro-y-generacion-de-vida-90768432>
- González Romero, D., Pérez Bourzac, M. T., & Crespo Sánchez (2024). Reflexiones sobre sostenibilidad y cambio climático: crisis del sistema y desafíos del presente. En M. L. Lara Calderón, J. E. Nieto Julián, I. A. del Pino Martínez, M. J. González González, M. I. Orquera Jácome, S. Camacho Aguirre, D. González Romero, M. T. Pérez Bourzac, C. A. Crespo Sánchez, J. E. Coronel Chávez, & M. E. Durán Larrea (Eds.), *Los significados de la arquitectura. De la investigación a la práctica* (pp. 107-127). Universidad Internacional del Ecuador. <https://doi.org/10.33890/significadosde-laarquitectura>
- Handi, A. (2014). *Aplicación práctica del Diagrama de Gantt en la administración de un proyecto*. <https://face.unt.edu.ar/web/iadmin/wp-content/uploads/sites/2/2014/12/Aplicación-práctica-Diagrama-de-Gantt-para-Jornada-IA-HandI.pdf>
- Jackson, N. (2014). *The Plan for Mill River Park*. [https://issuu.com/niarhodesjackson/docs/the\\_plan\\_for\\_mill\\_river\\_park\\_v8\\_iss](https://issuu.com/niarhodesjackson/docs/the_plan_for_mill_river_park_v8_iss)
- Lasso, H. (2014). *Historia ambiental del río Machángara en Quito del siglo XX*. [www.flacsoandes.edu.ec](http://www.flacsoandes.edu.ec)
- Loján Cano, M. (2014). *El río Machángara y su afectación a los derechos constitucionales de los moradores del sector "El Tránsito", provincia de Pichincha, año 2014*. UCE.
- López-Sánchez, L. M., López-Sánchez, M. L., & Medina-Salazar, G. (2017). La prevención y mitigación de los riesgos de los pasivos ambientales mineros (PAM) en Colombia: una propuesta metodológica. *Entramado*, 13(1), 78-91. <https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25138>
- Moreno, A., & Ussa, E. (2008). Valoración económica de pasivos ambientales. Estudio de caso: Pasivos generados por el campo petrolero Cicuco-Boquete, Mompós, Colombia. *Revista Colombia Forestal*, 11(1), 93-111.
- Okuda, M., & Gómez, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(1).
- Ordenanza Metropolitana 432. (2013). *Ordenanza Metropolitana 432*. S. D.
- Patagua. (2018). *Quebrada Parque: Guía para la gestión de quebradas urbanas*. [https://issuu.com/patagua/docs/gu\\_a\\_quebradas\\_urbanas\\_2018](https://issuu.com/patagua/docs/gu_a_quebradas_urbanas_2018)
- Quito Gob. (2013). *Quito Alcaldía Metropolitana, mapa parroquias*. Mapas Servicios Puengasi, Monjas.
- Quito Gob. (2021, 17 de noviembre). *Se buscarán financistas internacionales para el Megaproyecto Vindobona*. <http://www.quitoinforma.gob.ec/2021/11/17/se-buscaran-financistas-internacionales-para-el-megaproyecto-vindobona/>
- Reyes, S. (2018). *Desafíos y propuestas para la administración de parques y plazas en Chile*. [https://politicaspUBLICAS.uc.cl/wp-content/uploads/2018/05/INFORME\\_Administración-Áreas-verdes.pdf](https://politicaspUBLICAS.uc.cl/wp-content/uploads/2018/05/INFORME_Administración-Áreas-verdes.pdf)
- Ruiz, A. (2010). *Recuperarán quebrada Santa Elena*. [https://www.elcolombiano.com/historico/recuperaran\\_quebrada\\_santa\\_elena-GDec\\_112532](https://www.elcolombiano.com/historico/recuperaran_quebrada_santa_elena-GDec_112532)

UN-Habitat. (2020). *The new urban agenda*. ONU-Habitat.

URBAM. (2015). *Medellín modelo de transformación urbana*. [https://issuu.com/urbameaefit/docs/medell\\_\\_n\\_modelo\\_de\\_transformaci\\_\\_n](https://issuu.com/urbameaefit/docs/medell__n_modelo_de_transformaci__n)

Urbanismo Social. (2020). *Memoria proceso participación ciudadana "Quebrada Parque"*. [https://issuu.com/fundacionurbanismosocial/docs/memoria\\_qp\\_2020](https://issuu.com/fundacionurbanismosocial/docs/memoria_qp_2020)

U.S Government Information. (2020). *Public Law 116-260*. <https://www.congress.gov/116/plaws/publ260/PLAW-116publ260.pdf>



# Metodología para valoración del patrimonio construido: una mirada desde la relación sol-edificio. Caso de estudio: Universidad del Valle

## Methodology for the Assessment of Built Heritage: a View from the Sun-Building Relationship. Case Study: Universidad del Valle

Recibido: febrero 13 / 2023 • Evaluado: febrero 24 / 2023 • Aceptado: noviembre 11 / 2023

### CÓMO CITAR

Giraldo-Castañeda, W., Guerrero -Torrenegra, A. J., & De los Ríos-Arce, A. F. (2024). Metodología para valoración del patrimonio construido: una mirada desde la relación sol-edificio. Caso de estudio: Universidad del Valle. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(2), 219-234. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.5082>

Walter Giraldo-Castañeda\*

Docente de la Escuela de Arquitectura de la Universidad del Valle. Cali (Colombia)  
Facultad de Artes Integradas

Alejandro Guerrero-Torrenegra\*\*

Docente de la Escuela de Arquitectura de la Universidad del Valle. Cali (Colombia)  
Facultad de Artes Integradas  
Centro de Investigación CITCE

Andrés Felipe De Los Ríos-Arce\*\*\*

Docente de la Escuela de Arquitectura de la Universidad del Valle. Cali (Colombia)  
Facultad de Artes Integradas

### RESUMEN

El propósito de este artículo es presentar un método para la valoración del patrimonio construido a partir de la relación sol-edificio y divulgar la riqueza arquitectónica del conjunto de edificios de la Universidad del Valle sede Meléndez en Cali. La metodología consta de cuatro fases que emplean procedimientos y equipos de levantamiento, monitoreo ambiental, modelado virtual y análisis bioclimáticos. Este enfoque ofrece una perspectiva alternativa para valorar el patrimonio. En el caso de estudio se encontró un conocimiento profundo de los diseñadores sobre estrategias de iluminación natural y control solar, en el cual se identificó la envolvente como un dispositivo arquitectónico complejo que contribuye tanto a la estética como al confort. La metodología permite combinar enfoques cualitativos y cuantitativos en investigaciones patrimoniales, priorizando la evaluación de la calidad de la iluminación natural y la protección solar, aspectos subestimados en la valoración tradicional del patrimonio. Se destaca la importancia de usar herramientas, técnicas de representación y análisis digital para la comprensión y revaloración de la arquitectura patrimonial.

### Palabras clave:

arquitectura bioclimática; envolvente arquitectónica; iluminación natural; movimiento moderno; patrimonio arquitectónico

## ABSTRACT

The purpose of this article is to present a method for assessing built heritage based on the sun-building relationship and to make known the architectural richness of the buildings at the Universidad del Valle, Meléndez campus in Cali. The methodology consists of four phases employing surveying procedures and equipment, environmental monitoring, virtual modeling, and bioclimatic analysis. This approach offers an alternative perspective for assessing heritage. The case study reveals a deep understanding of designers about natural lighting strategies and solar control, identifying the envelope as a complex architectural device that contributes to both aesthetics and comfort. The methodology allows combining qualitative and quantitative approaches in heritage research, prioritizing the evaluation of natural lighting quality and solar protection, aspects underestimated in traditional heritage assessment. The importance of using tools, digital representation and analysis techniques for understanding and reassessing architectural heritage is highlighted.

### Keywords:

bioclimatic architecture; architectural envelope; natural lighting; modern movement; architectural heritage

- ✦ Arquitecto, Universidad del Valle. Cali (Colombia)  
Doctor en Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata. La Plata (Argentina)  
Magíster en Arquitectura y Urbanismo. Universidad del Valle. Cali (Colombia)  
◆ <https://scholar.google.com/citations?user=62LRvHoAAAAJ&hl=en>  
● <https://orcid.org/0000-0002-8542-6689>  
✉ [walter.giraldo@correounivalle.edu.co](mailto:walter.giraldo@correounivalle.edu.co)
- ✦✦ Arquitecto, Universidad Autónoma del Caribe. Barranquilla (Colombia)  
Doctor en Arquitectura, Universidad del Zulia. Maracaibo (Venezuela)  
Maestría en Gerencia de Proyectos de Investigación y Desarrollo, Universidad Rafael Beloso Chacín. Maracaibo (Venezuela)  
◆ <https://scholar.google.es/citations?user=iDTh9sQAAAAJ&hl=es>  
● <https://orcid.org/0000-0003-4691-0803>  
✉ [alejandro.torrenegra@correounivalle.edu.co](mailto:alejandro.torrenegra@correounivalle.edu.co)
- ✦✦✦ Arquitecto, Universidad del Valle. Cali (Colombia)  
Maestría en Arquitectura, Universidad San Buenaventura. Cali (Colombia)  
◆ <https://scholar.google.com/citations?user=f-rYqzIAAAAJ&hl=es>  
● <https://orcid.org/0000-0003-4193-0389>  
✉ [andres.delosrios@correounivalle.edu.co](mailto:andres.delosrios@correounivalle.edu.co)

## INTRODUCCIÓN

El presente artículo se deriva de una investigación titulada “Representación y revaloración del patrimonio arquitectónico moderno desde el estudio del aula, el caso de la Universidad del Valle”, realizada por los autores en la modalidad de presentación interna de la Escuela de Arquitectura de la Universidad del Valle.

Las metodologías para valorar el patrimonio arquitectónico tradicionalmente se centran en la investigación de temas históricos, estilísticos y artísticos de la edificación buscando comprender su contexto cultural y su significado en la historia del arte y la arquitectura (Hyeon et al., 2023). También, se ha encontrado un gran potencial en considerar aspectos sociales y económicos tales como los intereses de la comunidad local, el costo de conservación, el potencial de generación de ingresos y el impacto en la calidad de vida de la comunidad (Gravagnuolo et al., 2024).

Desde la perspectiva de la sostenibilidad, la dimensión ambiental a menudo estuvo ausente en la valoración patrimonial; sin embargo, ha ganado relevancia en la medida en que crecen las crisis ambientales, la escasez energética y el calentamiento global. La exclusión del enfoque bioclimático en los procesos de valoración patrimonial no solamente desagra significados técnico e histórico a la expresión artística de la edificación para su rescate o conservación, sino que también reduce su relevancia en términos de apropiación comunitaria, de apropiación del conocimiento, de valor económico y de eficiencia energética y costos de funcionamiento y mantenimiento (Arciniega & Tapia, 2023).

Una de las consideraciones centrales y de mayor riqueza del enfoque bioclimático es, sin duda, la relación sol-edificio, que elevada a la significación patrimonial aporta reconocimiento a los saberes y acciones de los arquitectos del pasado y la forma en la cual entendieron, en determinado momento, el reto de diseñar una edificación que minimice o maximice las ganancias de radiación solar para proveer confort térmico y lumínico a sus ocupantes. Analizando esta relación, se agregan significados diferentes a las expresiones artísticas de la envolvente, al sistema constructivo y al diseño arquitectónico general (Galindo et al., 2020).

La influencia y evolución de la relación sol-edificio está marcada en las adaptaciones climáticas que diferentes culturas a lo largo de la historia han implementado en sus construcciones. Las culturas mesopotámicas, egipcias y griegas consideraron la orientación de los edificios con respecto al sol para aprovechar su luz y calor de manera óptima.

La arquitectura islámica de la edad media innovó con los patios interiores y elementos de sombra como balcones y celosías para protección solar. Más adelante, el Renacimiento y el Barroco en Europa, lograron mejorar la uniformidad y la penetración de la luz en las edificaciones mediante tragaluces, claraboyas y lucernarios, mientras que la orientación de las fachadas al sur maximizó la exposición a la radiación solar en climas más fríos (Olgyay, 1998).

Posteriormente, en el siglo XX la arquitectura moderna, con las vigas de concreto reforzado o metal y el sistema aporticado, liberó la fachada de su función estructural permitiéndole ganar relevancia como elemento de control ambiental para mejorar la habitabilidad. Como resultado de esa relación sol-edificio surgen los calados, las ventanas horizontales, las persianas, los descolgados y el famoso *brise-soleil*, cuya autoría se adjudica al famoso arquitecto Le Corbusier (Rigotti, 2014).

En contraste, también en el siglo XX la introducción de los dispositivos de aire acondicionado dio paso a una arquitectura descontextualizada del entorno climático y aparentemente restó importancia a esta relación sol-edificio. La accesibilidad y bajo costo del aire acondicionado permitieron mantener condiciones de habitabilidad independientemente de su desempeño pasivo. Este equipo permitió que incluso estructuras con deficiencias en su concepción bioclimática pudieran mantener un ambiente interior confortable, siempre y cuando se pudiera cubrir el costo asociado e ignorando los impactos ambientales de su uso intensivo de energía (Barber, 2020).

Dado que comprender no es simplificar o explicar de manera sencilla, sino, por el contrario, complejizar y evidenciar nuevas situaciones en el objeto de estudio, por delante de las clasificaciones estilísticas, funcionales y estructurales, el hecho de no incluir el enfoque bioclimático en la valoración patrimonial arquitectónica es leer incompleto el libro, leer erróneamente, ignorar y desvirtuar valores técnicos y ambientales que los autores también imprimieron en sus obras.

De esta manera, el objetivo principal de este artículo es proponer un método para comprender la relación sol-edificio como criterio para valoración patrimonial, que evalúe si el lenguaje, estilo, forma o elementos de diseño responden profundamente a esta relación o si, por el contrario, es ignorada y son elementos caprichosos o meramente ornamentales.

Como objeto de estudio se escogió analizar uno de los hitos más relevantes para la sociedad colombiana en términos de urbanismo y archi-

tectura moderna: la Universidad del Valle Sede Meléndez. Desde su creación, ha sido la institución de educación superior más importante del suroccidente colombiano en términos académicos, pero también como un ejemplo destacable en el campo de la arquitectura y el urbanismo.

Construida al inicio de los años setenta, esta ciudad universitaria ha sido divulgada en diferentes escenarios por algunos hechos históricos de gran trascendencia. En primer lugar, por tratarse de un catalizador del crecimiento urbano y laboratorio paisajístico de Cali. El campus, que contiene 38 edificios, diseñados y construidos entre 1966 y 1968 en las afueras del perímetro de la ciudad, impulsó el desarrollo de infraestructura vial de conectividad y trajo consigo la posterior urbanización del sur de Cali (Iglesias, 2022).

En segundo lugar, la particularidad en la gestión, planeación, diseño y construcción del conjunto arquitectónico. Se trató de un proyecto financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo, diseñado simultáneamente por los arquitectos Bruno Violi, Germán Samper, Fernando Martínez Sanabria, Aníbal Moreno y Camacho y Guerrero, bajo la coordinación de Jaime Cruz y Diego Peñalosa, en el cual se logró “mantener la unidad conceptual, formal, material y funcional” del recinto universitario (Jiménez, 2009, p. 137).

Tanto la Universidad del Valle de Meléndez como la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá construida en 1936 bajo estrictos principios racionalistas, se convirtieron en el paradigma nacional en la construcción de instituciones universitarias. Gracias al aporte urbano y arquitectónico del campus de Meléndez, se le galardonó con el Premio Nacional de Arquitectura en 1972 (Iglesias, 2022).

En el acta de juzgamiento, el jurado (integrado por los arquitectos Joao Villanova Artigas, Rodrigo Arboleda y René Caballero), destacó el trabajo de los grupos de arquitectos que, a pesar de las diferencias compositivas de los edificios, el campus resalta por la textura urbana que unifica las singularidades y estimula la vida universitaria, a partir de ofrecer una arquitectura del lugar (Jiménez, 2009).

Es importante resaltar que en la actualidad el campus de la Universidad del Valle sede Meléndez es reconocido como patrimonio arquitectónico moderno, por seguir la estrategia del modelo Ville Radieux de emplazar los edificios sobre una gran zona verde, distanciándose y conectándose por medio de espacio público (Rodríguez et al., 2022).

Este modelo se puede observar en el Campus de la Universidad del Valle, con las tipologías aisladas de sus bloques, que corresponde al

sistema modular y espacial reticular de 7,20 m × 7,20 m; también, porque los edificios son claros modelos de recursos arquitectónicos como la planta libre, estructura puntual, cubiertas planas, dobles y triples alturas y la ventana horizontal corrida con la protección solar de los *brise-soleil*. Se debe agregar que los recursos arquitectónicos que se utilizaron para la proyección de estos edificios se fundamentaron en:

[...] la expresión plástica del auge tecnológico: se apropia de la estética del concreto y de las posibilidades que ofrece para la experimentación formal, permitiendo con ello la realización de nuevas tipologías edificatorias indicadas para los nuevos usos, fábricas, plazas de mercado, estadios y todos aquellos que requerían el cubrimiento de grandes luces. (Jiménez, 2009, p. 118)

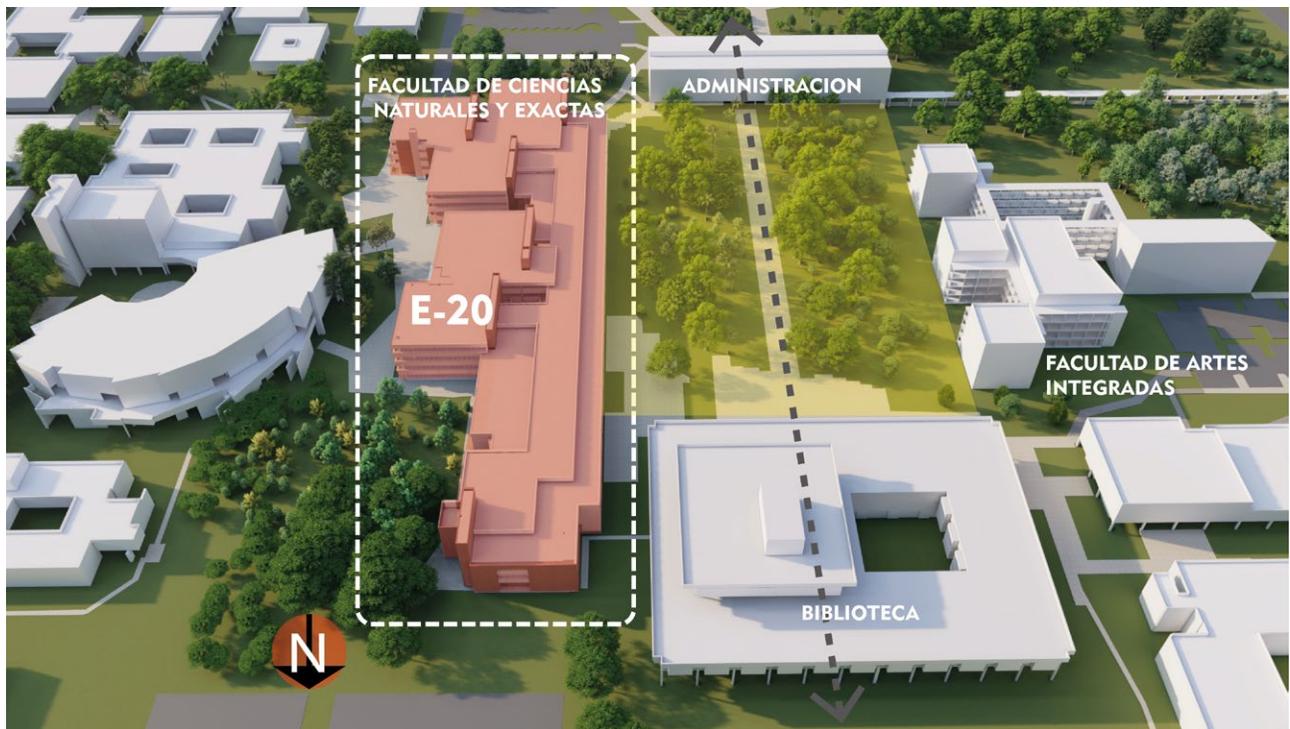
Sin embargo, estas edificaciones no cuentan con un estudio y valoración técnica que resalte y visibilice la riqueza estética, espacial, ambiental y estructural del *movimiento arquitectónico internacional* en Latinoamérica; solo se cuenta con juegos de planos de diseño, juegos de planos de registro de construcción y una reseña histórica acompañada de fotografías que presentan cada edificación elaborada por los autores Buitrago y Kattan (2011).

Una de las principales razones por las cuales se escogió este conjunto de edificaciones es porque conservar la funcionalidad y alcanzar la vida útil de sus instalaciones educativas requiere continuas actividades de mantenimiento. Cuando algunos de sus componentes presentan deterioro son a menudo intervenidos o reemplazados ignorando y afectando la funcionalidad bioclimática, desmejorando la habitabilidad y colocando así en riesgo su valor patrimonial.

El método para comprender la relación sol-edificio se aplicó específicamente en el edificio de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas (E20), diseñado y construido entre 1966 y 1971 por los arquitectos Jaime Camacho y Julián Guerrero, particularmente porque, como se muestra en la figura 1, su orientación con las fachadas más largas al este y al oeste para conformar y paramentar el eje monumental entre la Biblioteca y el Bloque de Administración Central, lo convierten en todo un desafío desde el punto de vista del asoleamiento.

Tener las mayores áreas de fachada orientadas a los puntos cardinales con mayor radiación solar implica en cuanto a lo térmico: evitar el ingreso de la radiación solar para no sobrecalentar los espacios; mientras que en lo lumínico: evitar la entrada directa del sol para eliminar el deslumbramiento y lograr adecuados y homogéneos niveles de iluminancia (Bermúdez et al., 1987).

**Figura 1.** Vista exterior de emplazamiento Edificio de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas (E20)



**Fuente:** elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND 4.0.

Este edificio es el más representativo del campus, con aproximadamente 20.000 m<sup>2</sup> construidos. Constituye un ejemplo característico de la arquitectura moderna debido a la planta libre en primer piso, estructura a la vista, cubiertas planas, dobles y triples alturas en los espacios comunes y la tridimensionalidad de la piel arquitectónica representada por el “arte de juntar, articular, tejer, entramar barras duras para conformar un armazón” que

se integra a la ventana horizontal corrida con la protección solar de los *brise-soleil* (Machado & Pérez, 2020, p. 3).

Como unidad de análisis se eligió el aula esquinera 2104 del bloque que integra el edificio E-20, ubicado en la parte nororiental de uno de los bloques que integra el edificio, precisamente porque presenta el desafío de relacionarse con el sol en las fachadas norte y este.

## METODOLOGÍA

Para el desarrollo de esta investigación se empleó la metodología mixta, la cual utiliza datos cuantitativos y cualitativos (Hernández & Mendoza, 2008), enfocados en procesos descriptivos temporales y de tipo experimental.

Con el objetivo de comprender la relación sol-edificio en el Bloque de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas (E20), y resignificar su valor patrimonial, en cuanto a su diseño arquitectónico en general, se elaboró un método que combinó el enfoque bioclimático con un enfoque perceptual. El método propuesto integra los avances digitales en representación como el CAD, el BIM (Camporeale et al., 2019) y

las simulaciones ambientales, con tecnologías de monitoreo ambiental, que se fundamentaron en 4 fases: fase 1, levantar y monitorear; fase 2, modelar y virtualizar; fase 3, describir y analizar, y fase 4, discutir y diagnosticar.

La primera fase consta de un levantamiento tradicional de información del edificio, utilizando un procedimiento análogo para el registro de las medidas de los espacios interiores (Franco, 2012; Pulido, 2017) que posteriormente se digitaliza en *software* CAD y BIM (Hossam, 2019). Estos resultados alimentarán el reconocimiento de los valores espaciales, técnicos y datos representativos en lo cultural y lo funcional.

Paralelamente a este levantamiento tradicional, se llevó a cabo un monitoreo de variables macro y microclimáticas del proyecto, las cuales se ven intrínsecamente influenciadas por la acción del sol y determinan o caracterizan su desempeño térmico y lumínico. Para esto, se tuvo acceso al archivo climático EPW de la zona cálida-húmeda del Manual de Construcción Sostenible de Santiago de Cali elaborado con datos registrados en la estación meteorológica de la Escuela de Arquitectura de la Universidad del Valle entre 2018 y 2020.

Con este insumo, se realizó un diagrama de Givoni a partir de la temperatura del aire y la humedad relativa, con el fin de identificar las estrategias bioclimáticas con relación al sol aplicables al clima de la ciudad de Cali; posteriormente se utilizó el método de la máscara de sombras para revisar la estrategia de protección solar (De la Peña González & Quintero Díaz, 2011).

Dado que la iluminación natural es una pieza clave en la relación sol-edificio, se monitorearon los niveles de iluminancia (en luxes [lx]) durante los equinoccios y solsticios mediante un registrador de datos digital con luxómetro HOB0 Onset MX1104 Bluetooth ubicado a una altura de 75 cm dentro del aula 2104. También se determinó la reflectividad de las superficies opacas y la transmitancia visible de los elementos traslúcidos mediante un luminancímetro Konica Minolta LS-160.

En la segunda fase, con el producto de la primera, se construyeron dos modelos virtuales como insumo para el análisis: el primero con el *software* Revit y el segundo con 3Ds max, ambos de Autodesk. De estos modelos se obtuvieron representaciones virtuales de la edificación, e incluso aspectos del proyecto que no son legibles a simple vista ni en la planimetría, e incluso, ni en fotografías (Zhang et al., 2023).

En el primero se modeló la edificación, con su entorno: edificaciones y vegetación. En este modelo se imputaron las reflectividades de elementos opacos (pisos, muros, cielos, puertas, mobiliario, vegetación, marcos de ventanería) y la transmitancia visible de los elementos traslúcidos (ventanas) modificando el material de acabado superficial de estos elementos a través de la paleta de propiedades del *software*. El modelo fue calibrado con iteraciones que modificaban el follaje de los árboles (usando porcentajes de porosidad para el follaje cercanos al 60 % similares a lo encontrado en campo con el levantamiento) y la iluminancia de los tipos de cielo del programa para hacer coincidir las mediciones hechas en campo con las simuladas por medio del complemento *Insight Building performance analysis* de Revit.

El segundo modelo se elaboró con la finalidad de evaluar los valores arquitectónicos de tipo cualitativo recreando la geometría, materialidad, iluminancia y amoblamiento del proyecto. Algunas de las representaciones empleadas en el edificio de ciencias fueron: cortes fugados dinámicos, ángulos superiores, vistas con vuelo de pájaro, descomposiciones, visualizaciones de espacios interiores y análisis solares.

En la tercera fase se describieron los resultados cuantitativos y cualitativos obtenidos de la lectura simultánea y contrastada de los diferentes tipos de representaciones del edificio. Los criterios cualitativos considerados para el reconocimiento de valores espaciales y perceptuales se hicieron de manera descriptiva a partir de la observación realizada por los investigadores, debido a que marcan las impresiones del proyecto desde la perspectiva de los usuarios. Se trata de una experiencia multisensorial que permite recoger las impresiones del proyecto, las cualidades perceptuales del espacio mediante fotos, videos y el monitoreo de las características físicas de la edificación y del entorno.

Es decir, las gráficas, las fotografías, las simulaciones, las planimetrías obtenidas en el levantamiento, los videos de recorridos virtuales, los modelos virtuales y energéticos, filmografías, entre otros, que serán el insumo fundamental para el análisis mixto.

La cuarta y última fase consistió en articular los resultados cualitativos y cuantitativos con una visión crítica y unificadora que se realizó a la luz de los conceptos encontrados en la literatura: el claroscuro, la proporción, la textura y la profundidad del libro *La experiencia de la arquitectura* (Rasmussen, 2000); el sistema visual, sistema de orientación y sistema háptico del libro *Los ojos de la piel* (Pallasma, 2014); la orientación del sol y control solar del libro *Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas* (Olgyay, 1998); clima y confort del libro *Man, climate and architecture* (Givoni, 1976), y el aprovechamiento de la luz natural del *Reglamento técnico de iluminación y Reglamento de alumbrado público y de instalaciones eléctricas* (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

En la figura 2 se muestra la ubicación de esta aula en la planta arquitectónica del segundo nivel (derecha) y se acompaña de una vista exterior (izquierda).

Las herramientas de representación utilizadas para el análisis cualitativo fueron: la animación interior del aula, la animación exterior y la animación corte perspectívico.

**Figura 2.** Vista exterior del aula 2104 (izquierda). Planta arquitectónica del segundo nivel del edificio (derecha)



**Fuente:** elaboración propia, (2021). CC BY-NC-ND 4.0.

La animación interior del aula contextualiza al espectador en la proporción del espacio, el nivel de observación respecto al plano base y los elementos que limitan el aula, así como lo muestran los *keyframes* de la animación en la figura 3. Asimismo, devela la silueta que figura la envolvente del edificio, haciendo énfasis en sus concavidades y su tridimensionalidad.

En este tipo de representación hay una visión simultánea de la envolvente del proyecto,

como interfases que median la relación entre el interior-exterior, la espacialidad del aula y las condiciones del entorno inmediato. Esta mirada enfatiza la interacción de los sistemas de percepción e intensifica la experiencia del espacio, pues se trata de un ejercicio de representación con un alto componente analítico, que permite la comunicación simultánea de condiciones que, usualmente, son presentadas de manera aislada: contexto, espacio interior y fachadas.

**Figura 3.** . *Keyframes* de la animación interior del aula

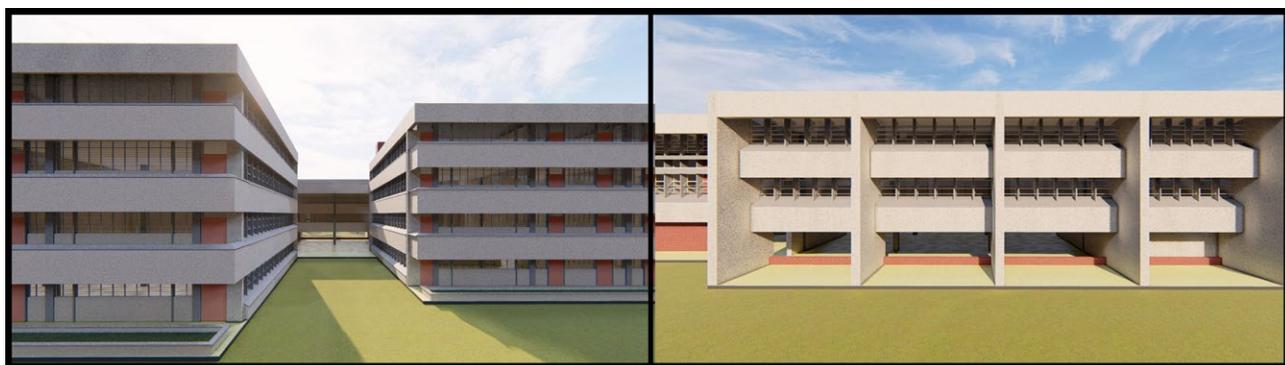


**Fuente:** elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND 4.0.

Por otra parte, la animación exterior como muestran los *keyframes* en la figura 4, se utilizó para descontextualizar el edificio, pues fueron suprimidos los árboles, los edificios cercanos, las circulaciones y el paisaje

circundante, con la intención de presentar la magnitud real del edificio, las características de su geometría, sus proporciones y el factor del tiempo asociado al movimiento y al juego de sombras.

**Figura 4.** . Keyframes de la animación exterior



**Fuente:** elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND 4.0.

Finalmente, la animación de corte perspectí- vico destaca la proporción e intensidad lumínica entre los espacios interiores comunes del edificio, las aulas, las oficinas y los servicios complemen-

tarios como indican los *keyframes* en la figura 5. La animación contrapone dos nociones en la lectura del proyecto: a medida que se desmaterializa el volumen, surge el espacio.

**Figura 5.** Animación de corte perspectívico dinámico



**Fuente:** elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND 4.0.

## RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el levantamiento, monitoreo, modelación, análisis y discusión de resultados en cuanto a la relación de este edificio patrimonial moderno con el sol y la iluminación entre los aspectos arquitectónicos amalgamando lo cualitativo y lo cuantitativo.

De acuerdo con el Diagrama de Givoni (figura 6) elaborado con los datos de temperatura del aire y humedad relativa del archivo EPW de la zona cálida-húmeda al sur de la ciudad de Cali, se identificaron dos estrategias principales que se deben integrar en el proyecto para alcanzar el confort térmico: la ventilación natural y la protección solar a partir de los 24 °C, esta última claramente vinculada con la relación sol-edificio.

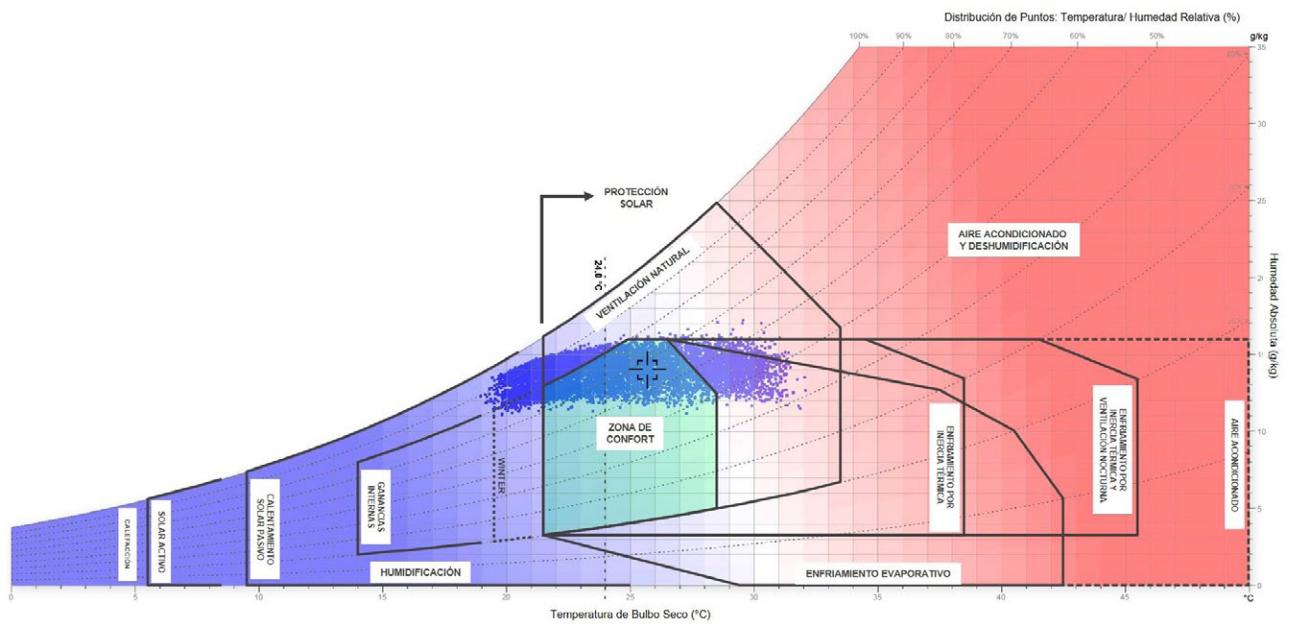
### Protección solar

Como se apreció en la figura 2, y se verá en la figura 8, el aula 2104 posee dos fachadas que deben protegerse del sol: este y norte. La envol-

vente este del aula se protege mediante dos pieles: la primera es un balcón con antepecho y descolgado en concreto y, más adentro, la segunda, un muro de mampostería con vidriera en la parte superior. Por su parte, el cerramiento norte, que posee una ventana horizontal corrida de vidrio claro, está protegido por una combinación de elementos horizontales (antepechos y descolgados) y verticales (*brise-soleil*) en concreto.

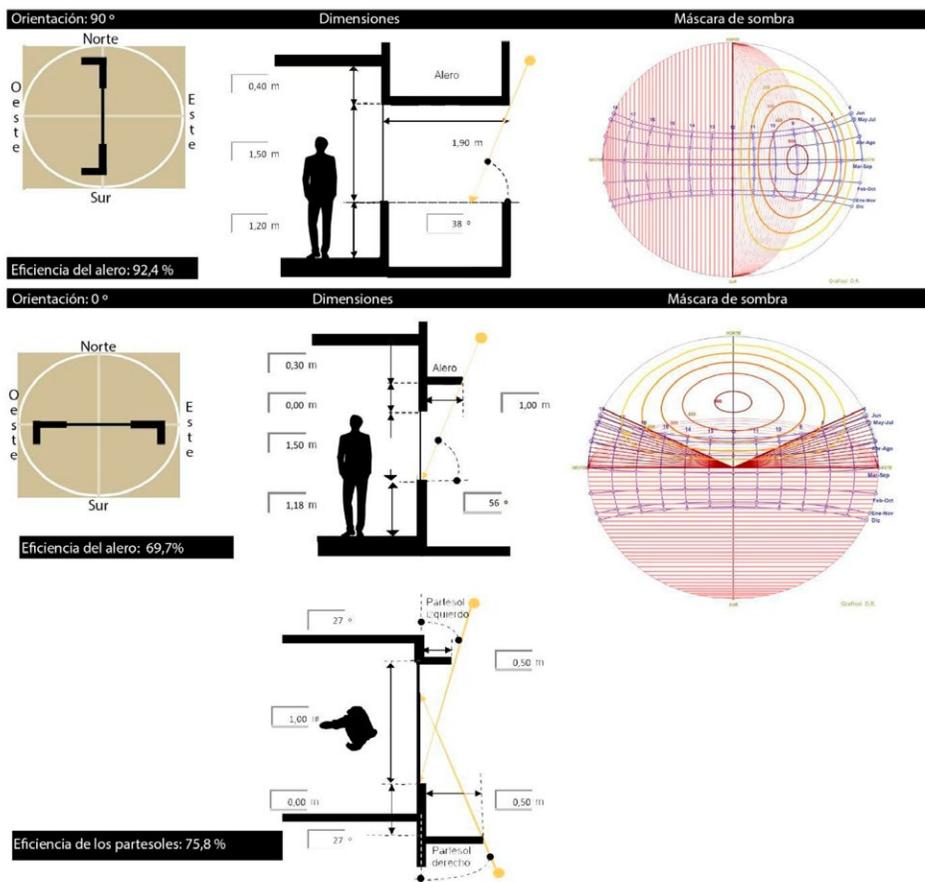
Evidentemente, el diseño de la fachada sigue las recomendaciones bioclimáticas: al este, evitar el ingreso de la radiación solar directa para no sobrecalentar el espacio interior. Y al norte, combinar elementos de protección solar verticales y horizontales para impedir el ingreso directo de radiación solar. Adicionalmente, debe existir un equilibrio entre estos elementos de protección solar con el área vidriada para permitir el acceso de luz difusa, del viento para estimular la ventilación cruzada y generar renovación de aire (Dudzinska, 2021; Giraldo et al., 2021).

**Figura 6.** Diagrama psicrométrico zona sur de Cali. Clasificación climática: cálido-húmedo



**Fuente:** Manual de Construcción Sostenible de Santiago de Cali, Departamento de Planeación Municipal, Alcaldía de Santiago de Cali (2023). CC BY-NC-ND 4.0.

**Figura 7.** Máscara de sombras de los elementos de protección solar en fachadas este y norte



**Fuente:** Gómez-Azpeitia (2015), modificada por los autores (2021). CC BY-NC-ND 4.0.

En lo que concierne al análisis de protección solar, el diseño arquitectónico de la envolvente respondió de manera contundente, ya que, en el monitoreo de campo y el estudio solar computacional a través de Autodesk Revit, se comprobó que este diseño elimina la entrada directa de los rayos solares al espacio durante las horas de utilización (8 a 18), lo anterior se demuestra con la máscara de sombras de la figura 7.

Según los autores Payet et al. (2022), esta edificación, en relación con la estrategia de protección solar, se considera edificio de modo mixto, porque optimiza el diseño de la envolvente usando diferentes soluciones pasivas que minimizan las cargas de enfriamiento de los espacios interiores del edificio.

## Iluminación natural

En el interior del aula 2104 (figura 8) se llevó a cabo el monitoreo de iluminancia. Los resultados obtenidos, tanto con el monitoreo como con la simulación computacional, indican que en el mejor de los casos (solsticio de junio 21, 10:00 a. m., figura 9, derecha) el rango de luminancia está entre los 160 y 400 lx, mientras que en el peor de los casos (solsticio de diciembre 21, 10:00 a. m., figura 9, izquierda) está entre 100 y 320 lx.

Estos valores no alcanzan los niveles de iluminancia para actividades de lectoescritura recomendados para mantener la higiene y la seguridad en el trabajo del *Reglamento técnico de instalaciones eléctricas* (RETIE) y *Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público*

(RETILAP), que señalan un rango entre 500 y 800 lx (Régimen legal de la profesión de técnico electricista, 2013) y (Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público, 2009).

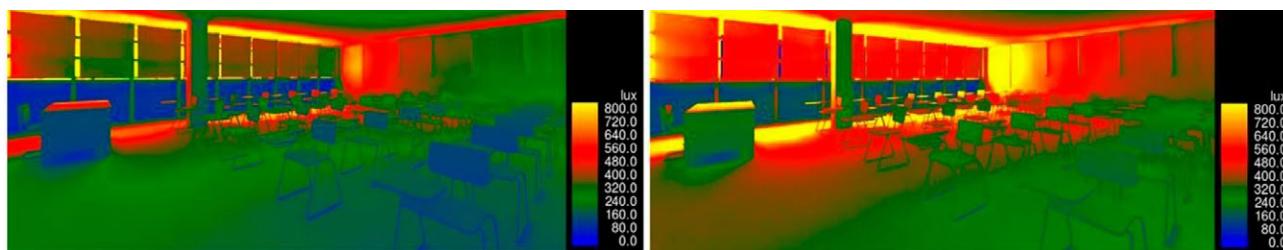
Cabe señalar que el aula 2104 se encuentra rodeada de vegetación tanto por la fachada este como por la norte, con especies de gran talla y frondosidad que, en la práctica, se comportan como una primera piel, que disminuye la ganancia de calor a los materiales de la edificación, la evaporación del agua y la convección de calor de las superficies del edificio al aire (Corbella & Magalhaes, 2008). Esta primera piel de vegetación es provechosa para el confort térmico, debido a la protección solar que brinda al aula, pero no lo es tanto para los niveles deseados de iluminación.

**Figura 8.** Fotografía interior del aula 2104



**Fuente:** elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND 4.0.

**Figura 9.** Renders de luminancia iniciales, sin intervención, del interior del aula 2104. Izquierda: solsticio de diciembre 21. Derecha: solsticio de junio 21



**Fuente:** elaboración propia, con base en Autodesk Insight Revit (2021). CC BY-NC-ND 4.0.

Frente a esta situación, se simuló una “poda virtual” de la vegetación a la cual se le retiró el 40 % de la frondosidad, obteniendo que en el peor de los casos (solsticio de diciembre 21, 10:00 a. m., figura 10), el rango de iluminancia va de los 450 a los 800 lx, logrando así los niveles recomendados. Esta poda virtual se asemeja a lo que puede ser un mantenimiento solamente de la arborización aledaña a la fachada norte del aula, mantenimiento que en la realidad es nulo en el campus.

Otros parámetros importantes de valoración de la calidad de la iluminación son la eliminación

del deslumbramiento y la homogeneidad de los niveles de iluminancia. En lo que concierne al primer parámetro se demostró en el título anterior que el diseño arquitectónico de la envolvente elimina la entrada directa de los rayos solares al espacio y, por ende, el deslumbramiento.

En cuanto al segundo parámetro, la homogeneidad de la iluminación fue valorada cuantitativamente por medio de la ecuación de profundidad límite (PL) propuesta por Lechner (2007):  $PL = ([2/1\text{promedio de reflectividad de las superficies}] / [1/\text{ancho del salón}] + [1/\text{altura}$

ventanas]), con la cual pueden evaluarse la distancia y el área en la cual la iluminación tiene adecuada uniformidad. En el caso de esta aula, que está iluminada bilateralmente, el 92,95 % de su área presenta una adecuada homogeneidad lumínica.

Precisamente, el área iluminada homogéneamente corresponde a la zona de pupitres y tablero, mientras que aquella por fuera de esta, corresponde a la circulación de acceso al salón.

**Figura 10.** Renders de luminancia del interior del aula 2104 después de poda virtual. Solsticio de diciembre 21, 10:00 a. m.

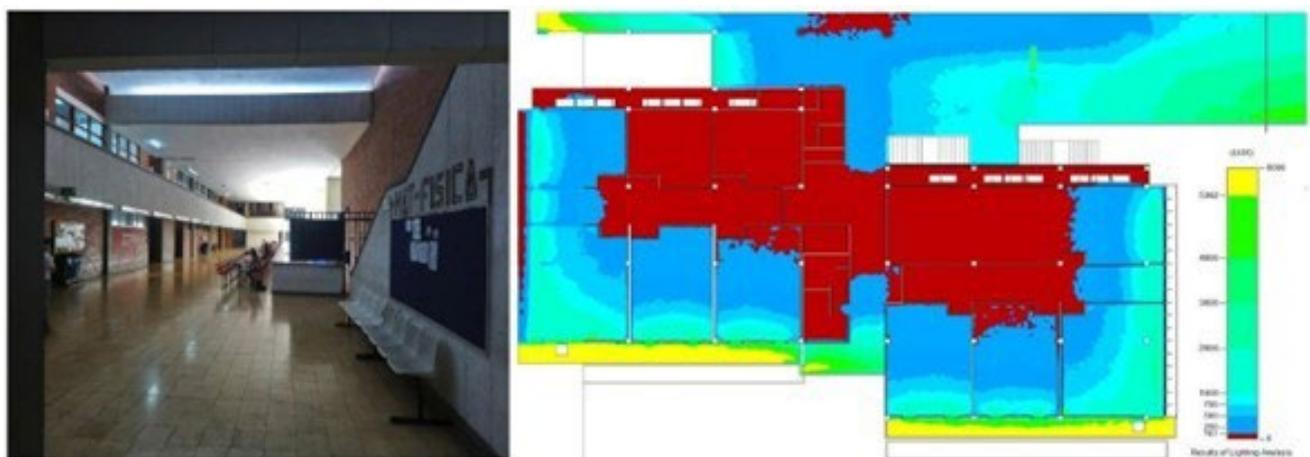


**Fuente:** elaboración propia (2021), con base en Autodesk Insight Revit (2021). CC BY-NC-ND 4.0.

En términos de valoración perceptual, el recorrido sensible y consciente entre la exuberante vegetación del campus, el primer piso de planta liberada y abierta, los espacios intermedios y comunes de alturas variables, el corredor oscuro y, finalmente, el aula, están signados (figura 11, izquierda) por una secuencia de espacios iluminados y ensombrecidos que, gracias a la apertura de grandes vanos en la fachada este, disponen de atmósferas cambiantes en el transcurso del día que indican y guían el recorrido al visitante.

Los niveles de luminancia en el pasillo inmediato al aula 2104, que se muestran en la planta de la figura 11, van desde 107 hasta 250 lx, lo cual cumple con lo indicado en los reglamentos RETIE y RETILAP, que recomiendan un valor mínimo de 100 lx, debido a que no son espacios de permanencia para el trabajo o estudio. Sin embargo, los pasillos principales, más alejados de las aulas, en los cuales están dispuestas algunas mesas de estudio de carácter grupal o informal, muestran valores incluso hasta de 1000 lx, lo cual es ideal para departir e incluso para la lectoescritura.

**Figura 11.** Fotografía de los pasillos. Derecha: Distribución de iluminancia en planta del segundo nivel



**Fuente:** elaboración propia, con base en Autodesk Insight – Revit (2021). CC BY-NC-ND 4.0.

El ingreso al aula está marcado por el contraste con el corredor interior con baja iluminación, debido a la doble crujía de salones y la ubicación de una ventana como remate sobre la fachada norte. En el vértice opuesto a la puerta de acceso, la tridimensionalidad de la envolvente dilata la experiencia inmediata del paisaje exterior tamizado por las copas de los árboles.

No obstante, el ingreso de luz permite el reconocimiento total del espacio en una sola imagen y señala la disposición de los elementos de dotación (sillas, tablero, mesas) para su uso cotidiano. La luz ingresa al espacio de manera homogénea y lo reviste de claridad, por tanto, la relación de las paredes, piso y techo con la iluminación es fundamental para equilibrar y distribuir racionalmente la luz.

## DISCUSIÓN

Como lo muestran los resultados, la aplicación de esta metodología permite realizar operaciones con la información levantada y simulada digitalmente propias de los procesos de conocimiento, tales como: visibilización de variables tangibles e intangibles, separación, combinación, contraste, rearmado y suposiciones. Procesos que son esenciales para la interpretación de valores del patrimonio construido.

De la misma forma, surge un dinamismo con esta metodología que radica en que el levantamiento obtenido constituye un modelo interactivo que es el comienzo y no el fin del trabajo, porque es susceptible de continuar recibiendo y produciendo información de aspectos cualitativos y cuantitativos, no solo de la valoración patrimonial, sino también de la gestión de la edificación y su entorno.

Específicamente, en el caso de estudio la metodología permitió comprender el valor de las decisiones tomadas por los diseñadores en cuanto a las relaciones sol-edificio, visibilizando que entendían con claridad los efectos de la radiación solar y el diseño bioclimático de la envolvente edilicia, que en el caso del edificio de la Facultad de Ciencias Natu-

Otro aspecto para destacar en la iluminación es la horizontalidad de la ventana que remarca la disposición del aula sobre el paisaje circundante. En la simulación, acudiendo a la “poda virtual” de árboles, fue posible apreciar desde el aula otros edificios del campus que fueron edificados en el mismo momento, como el conjunto de auditorios y la torre de ingeniería, obra de Lago y Sáenz en 1971.

Esta cualidad de la fachada entrega profundidad al espacio y encuadres particularizados que trascienden el espacio mismo, pero a su vez aportan la sensación de contención espacial gracias a los elementos arquitectónicos cercanos como *brise-soleil* y antepechos (Al Touma & Ouahrani, 2018).

rales y Exactas (E20) de la Universidad del Valle trasciende el límite de la fachada y se extiende al paisajismo circundante.

En cuanto al aspecto técnico de la relación sol-edificio, cabe resaltar la jerarquía dada por los autores a las condiciones térmicas frente a las lumínicas, dado que tanto en su momento de diseño y construcción 1966-1971 como en la actualidad, el consumo energético, huella de carbono y complejidad de los sistemas de climatización son mucho mayores que los sistemas de iluminación.

En cuanto a los aspectos cualitativos del vínculo entre el diseño arquitectónico y la luz solar, se resaltan los valores estéticos de las circulaciones de la edificación que generan dinámicas de espacios bien iluminados y penumbrosos que incentivan la permanencia en los primeros y el transcurrir en los segundos. La calidad sensorial de estos espacios de permanencia como zonas de estudio y aulas combinan encuadres particularizados a otros notables edificios del campus y el paisaje exterior con la contención necesaria para la realización de actividades de lectoescritura.

## CONCLUSIONES

El trabajo logró proponer una metodología que combina enfoques bioclimáticos con enfoques perceptuales, utilizando levantamientos, monitoreos, herramientas digitales y simulaciones ambientales para comprender la relación sol-edificio en edificaciones patrimoniales y, de esta manera, agregar valor o resignificar las decisiones proyectuales tomadas por los archi-

tectos diseñadores en cuanto a lenguaje, estilo, forma o elementos de diseño.

Este método, que integra las características cualitativas y cuantitativas de la relación sol-edificio, permite comprender y comunicar mediante la representación digital aspectos no visibles, lo cual aumenta la comprensión del

funcionamiento del edificio patrimonial y sus valores arquitectónicos.

Asimismo, el acto de redibujar, modelar y virtualizar son actividades que entregan conocimiento del patrimonio en los contextos ambiental, proyectual, constructivo, tecnológico e incluso histórico. Esto se convierte en el insumo principal para comunicar de forma diversa el valor patrimonial.

Mientras que los procesos tradicionales de levantamiento y valoración del patrimonio terminan en un hecho de representación estática, este método alcanzó un modelo dinámico e interactivo desde una etapa temprana que permitió explorar, contrastar, simular y revisar de manera científica la relación sol-edificio.

En relación con el caso de estudio: el edificio de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas (E20) de la Universidad del Valle y específicamente la unidad de análisis: aula 2104, se observó que implementar un sistema de protección solar obedece a un análisis bioclimático de selección de estrategias para alcanzar el confort térmico como el de la figura 6 y no meramente un recurso estilístico caprichoso.

En este sentido, se observó un riguroso diseño de la envolvente vertical este y norte que protege el aula del ingreso de la radiación solar directa en las horas de uso, utilizando de manera precisa y equilibrada elementos horizontales (balcones, descolgados y antepechos) y verticales (*brise-soleil*). Esto se demostró con la máscara de sombras de la figura 7.

En este proyecto, los arquitectos Jaime Camacho y Julián Guerrero demuestran conciencia por el clima del lugar, conocimiento y aplicación de la estrategia bioclimática de protección solar al agregar elementos como los *brise-soleil*, no solamente para evitar el ingreso de carga térmica, sino también conservando

un meticuloso equilibrio para la iluminación y ventilación naturales. Lo anterior demuestra que dominaban profundamente el enfoque bioclimático, que desde ese momento y hasta la actualidad ha sido piedra angular de la sostenibilidad en la arquitectura.

En el caso de estudio se resaltan decisiones concernientes a la relación sol-edificio de gran valor proyectual, como es el hecho de que el grupo de diseñadores hayan dado prioridad al componente térmico sobre el lumínico, ya que este último puede solucionarse con equipos de muy bajo consumo energético en comparación con equipos de enfriamiento para brindar confort térmico.

Con relación a los buenos resultados obtenidos en los parámetros de deslumbramiento y homogeneidad mostrados en la figura 10, y el hallazgo de que con un poco de mantenimiento a la vegetación circundante es posible alcanzar niveles de iluminancia adecuados para las actividades académicas, es indudable que los diseñadores tenían un claro conocimiento de las estrategias proyectuales relacionadas, no solo con la iluminación natural, sino también de la climatización pasiva, lo cual es un punto de gran importancia en el valor patrimonial de la edificación.

En el caso de este edificio, se identificó la piel como un dispositivo arquitectónico complejo que aporta a la estética del volumen la característica horizontalidad de la arquitectura moderna alcanzada a través de la ventana horizontal corrida, interrumpida solamente por los *brise-soleil* retrocedidos al interior del volumen. Se suma a lo anterior el contraste de los materiales de los descolgados y antepechos, que refuerzan el carácter moderno del proyecto desde su percepción espacial, claramente sin dejar de lado los aspectos técnicos concernientes a la relación sol-edificio y su influencia en la confortabilidad térmica y lumínica.

## REFERENCIAS

- Al Touma, A., & Ouahrani, D. (2018). The selection of brise soleil shading optical properties for energy conservation and glare removal: A case study in Qatar. *Journal of Building Engineering*, 20, 510-519. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2018.08.020>
- Arciniega Acuña, M. F., & Tapia Guillén, F. E. (2023). La valoración del patrimonio arquitectónico por la sociedad como aporte para su catalogación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i1.4940](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4940)
- Barber, A. (2020). *Análisis de la digitalización en tecnologías energéticas emergentes* [Tesis de maestría]. Universidad Pontificia Comillas. <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/47989/TFM%20-%20BarberAbril%2C%20Angela.pdf?sequence=2>
- Bermúdez, M., Uribe, S., & Uribe, O. (1987). *Asoleamiento, teoría general y diagramas*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

- Buitrago, P., & Kattan, J. (2011). *Universidad del Valle. Arquitectura para la educación*. Editorial Universidad del Valle.
- Camporeale, P., Mercader, M., & Cózar, E. (2019). Evaluación del impacto ambiental mediante la introducción de indicadores a un modelo BIM de Vivienda Social. *Hábitat Sustentable*, 9(2), 78-93. <https://doi.org/10.22320/07190700.2019.09.02.07>
- Corbella, O., & Magalhaes, M. (2008). Conceptual differences between the bioclimatic urbanism for Europe and for the tropical humid climate. *Renewable Energy*, 33(5), 1019-1023. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2007.04.004>
- De la Peña González, A. M., & Quintero Díaz, G. (2011). *Arquitectura y medio ambiente*. Efe Consultores.
- Dudzinska, A. (2021). *Efficiency of solar shading devices to improve thermal comfort in a sports hall*. *Energies*. <https://doi.org/10.3390/en14123535>
- Franco, G. (2012). *El levantamiento arquitectónico: una aproximación metodológica* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Colombia.
- Galindo-Díaz, J., Osuna-Motta, I., & Marulanda-Montes, A. (2020). De componer la fachada a diseñar la envolvente: el ejemplo del arquitecto Juvenal Moya en Cali. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1), 94-106. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2776>
- Givoni, B. (1976). *Man, climate and architecture*. Applied Science Publishers.
- Giraldo-Castañeda, W., Czajkowski, J. D., & Gómez, A. F. (2021). Confort térmico en vivienda social multifamiliar de clima cálido en Colombia. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 23(1), 115-124. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2021.2938>
- Gómez-Azpeitia, G. (2015). *Grafisol*. Universidad Colima, México. <http://www.ucol.mx/publicaciones-enlinea/recursos.php?docto=6&r=software>
- Gravagnuolo, A., Angrisano, M., Bosone, M., Buglione, F., De Toro, P., & Girard, L. (2024). Participatory evaluation of cultural heritage adaptive reuse interventions in the circular economy perspective: A case study of historic buildings in Salerno (Italy). *Journal of Urban Management*, 13, 107-139. <https://doi.org/10.1016/j.jjum.2023.12.002>
- Hernández, S., & Mendoza, C. (2008). *El matrimonio cuantitativo cualitativo: el paradigma mixto*. McGraw Hill Education.
- Hossam, E. (2019). 3D laser scanning and close-range photogrammetry for buildings documentation: A hybrid technique towards a better accuracy. *Engineering Journal*. [https://www.researchgate.net/publication/337147619\\_3D\\_laser\\_scanning\\_and\\_closerange\\_photogrammetry\\_for\\_buildings\\_documentation\\_A\\_hybrid\\_technique\\_towards\\_a\\_better\\_accuracy](https://www.researchgate.net/publication/337147619_3D_laser_scanning_and_closerange_photogrammetry_for_buildings_documentation_A_hybrid_technique_towards_a_better_accuracy)
- Hyeon, H., Yuk, H., Kang, Y., & Kim, S. (2023). Conservation of architectural heritage: Innovative approaches to enhance thermal comfort and promote sustainable usage in historic buildings. *Case Studies in Thermal Engineering*, 51. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2023.103500>
- Iglesias-García, V. (2022). El campus de la Universidad del Valle: un laboratorio de diseño del paisaje moderno en Colombia. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 24(2), 126-138. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2022.24.3236>
- Jiménez, S. (2009). *La arquitectura de Cali. Valoración histórica*. Universidad de San Buenaventura Cali. <https://bibliotecadigital.usb.edu.co/server/api/core/bitstreams/feb35023-c7ca-49ca-aa0a-7508e1d84524/content>
- Lechner, N. (2007). Iluminación. Conceptos Generales. *Revista tectónica: Monografías de arquitectura, tecnología y construcción*, 24, 4-15. [https://pro-tectonica-s3.s3.eu-west-1.amazonaws.com/art24pdf\\_1553519579.pdf](https://pro-tectonica-s3.s3.eu-west-1.amazonaws.com/art24pdf_1553519579.pdf)
- Machado, M., & Pérez, E. (2020). Ámbitos dinámicos. De cómo la tectónica cede paso a los agenciamientos. *ACE: arquitectura, ciudad y entorno*, 1-23. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/178906>
- Ministerio de Minas y Energía. (2009). *Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público*. MinMinas. [https://www.nuevaleislacion.com/files/susc/cdj/conc/anx\\_r181331\\_09.pdf](https://www.nuevaleislacion.com/files/susc/cdj/conc/anx_r181331_09.pdf)

- Olgay, V. (1998). *Arquitectura y clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Gustavo Gili.
- Pallasma, J. (2014). *Los ojos de la piel*. Gustavo Gili.
- Payet, M., David, M., Lauret, P., Amayri, M., Ploix, S., & Garde, F. (2022). *Modelling of occupant behaviour in non-residential mixed-mode buildings: The distinctive features of tropical climates*. Energy y buildings. <https://hal.univ-reunion.fr/hal-03602309>
- Pulido, L. (2017). Técnicas para un levantamiento arquitectónico. *Revista Oblicua*, 19-27. <https://www.fadp.edu.co/wp-content/uploads/2018/06/revista-oblicua-11-2.pdf>
- Rodríguez, J., Navas, D., & Pérez, M. (2022). Le Corbusier como urbanista. Una visión contemporánea a través del ecosistema digital. En R. Rodríguez & R. Villamarín (Eds.), *Desafíos audiovisuales de la tecnología y los contenidos en la cultura digital* (pp. 485-500). McGraw-Hill. <https://acortar.link/G17xYp>
- Rasmussen, E. (2000). *La experiencia de la arquitectura*. Reverté.
- Régimen Legal de la Profesión de Técnico Electricista. (2013). *Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE)*. Consejo Nacional de Técnicos Electricistas (CONTE).
- Rigotti, A. (2014). Arquitecturas para la gran ciudad: dimensión, planta, envolvente y autonomía. *Cuaderno LHU*, 6, 2-3. <https://rehip.unr.edu.ar/bitstreams/efaa79d0-05e1-4be6-8e51-1d758d613bde/download>
- Zhang, J., Zhu, X., Mateen, A., Houda, M., Kashif, S., Jameel, M., Faisal, M., & Alrowais, R. (2023). *BIM-based architectural analysis and optimization for construction 4.0 concept (a comparison)*. Ain Shams Engineering Journal. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.102110>



# (Re)construcción arquitectónica del conjunto religioso de La Cruz de Zacate de Tepic: encrucijada de influencias

Architectural (Re)construction of the Religious Complex of La Cruz de Zacate in Tepic: a Crossroads of Influences

Recibido: mayo 14 / 2021 • Evaluado: enero 19 / 2024 • Aceptado: mayo 18 / 2024

## CÓMO CITAR

Ramos-Delgado, R., & Flores-Rodríguez, C. E. (2024). (Re)construcción arquitectónica del conjunto religioso de La Cruz de Zacate de Tepic: encrucijada de influencias. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(2), 235-254. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.4030>

Raymundo Ramos-Delgado\*  
Tecnológico Nacional de México. Tepic (México)  
Departamento de Arquitectura

Carlos E. Flores-Rodríguez\*\*  
Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic (México)  
Unidad Académica de Artes

## RESUMEN

El templo de La Cruz de Tepic, y posteriormente el convento del mismo nombre, ha transformado sus espacialidades durante más de cuatro siglos. A partir de la milagrosa aparición de la Santa Cruz de Zacate, descubierta a inicios del siglo XVII, en el camino vecinal que unía a esta ciudad con el convento franciscano de Xalisco, se consolidaría una de las advocaciones más importantes en el occidente del México virreinal. Lo anterior trajo consigo la constante reconstrucción arquitectónica de un centro religioso que renovaba sus tecnologías constructivas y corrientes estilísticas, como un reflejo de las formas de pensamiento de periodos históricos específicos. El presente artículo, a partir de una postura hermenéutica, tiene como objetivo visualizar estas diferentes etapas constructivas, estilísticas e ideológicas del conjunto religioso de La Cruz de Tepic, utilizando para ello los tres estadios del método progresivo-regresivo propuesto por Henri Lefebvre. De esta manera, se advertirán por lo menos seis etapas constructivas y, posteriormente, a partir de dicha reconstrucción arquitectónica, se revelarán las distintas integraciones espaciales que se han tenido a lo largo del tiempo dentro de este complejo religioso.

### Palabras clave:

arquitectura colonial; edificios religiosos; estilos arquitectónicos; misiones franciscanas; patrimonio arquitectónico

## ABSTRACT

The temple of La Cruz in Tepic, and later the convent of the same name, has transformed its spatial configuration over more than four centuries. With the miraculous apparition of the Santa Cruz de Zacate, discovered at the beginning of the 17th century on the village road that connected this city with the Franciscan convent of Xalisco, one of the most important devotions in western colonial Mexico was consolidated. This brought about the constant architectural reconstruction of a religious center that renewed its construction technologies and stylistic currents, reflecting the ways of thinking of specific historical periods. This article, from a hermeneutic standpoint, aims to visualize these different constructive, stylistic and ideological stages of the religious complex of La Cruz de Tepic, using the three stages of Henri Lefebvre's progressive-regressive method. Thus, at least six constructive stages will be identified and, subsequently, through this architectural reconstruction, the various spatial integrations that have taken place over time within this religious complex will be revealed.

### Keywords:

colonial architecture; religious buildings; architectural styles; Franciscan missions; architectural heritage

- ✦ Arquitecto, Instituto Tecnológico de Tepic (México).  
Maestro en Restauración de Sitios y Monumentos, Universidad de Guanajuato (México).  
Doctor en Ciencias Sociales, Universidad Autónoma de Nayarit (México).  
Candidato a Investigador Nacional del Sistema Nacional de Investigadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México.  
◆ [https://scholar.google.com/citations?user=PcTE\\_8MAAAAJ&hl=es](https://scholar.google.com/citations?user=PcTE_8MAAAAJ&hl=es)  
📄 <https://orcid.org/0000-0001-9287-8694>  
✉ [rdelgado@itttepic.edu.mx](mailto:rdelgado@itttepic.edu.mx), [sakra72@hotmail.com](mailto:sakra72@hotmail.com)
  
- ✦ Arquitecto, Instituto Tecnológico de Tepic (México).  
Maestro en Ciencias de la Arquitectura, Universidad de Guadalajara (México).  
Doctor en Periferias Sostenibilidad y Vitalidad Urbana, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid (España).  
Investigador Nacional Nivel II del Sistema Nacional de Investigadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México.  
◆ <https://scholar.google.com/citations?user=yknK4rYAAAAAJ&hl=es>  
📄 <https://orcid.org/0000-0003-0456-5378>  
✉ [carlos.flores@uan.edu.mx](mailto:carlos.flores@uan.edu.mx)

*Es la ciudad revestida de la pátina tenaz de las edades ya transcurridas.*

(Marcel Pöete, 2015, p. 236)

## INTRODUCCIÓN

Transcurridos más de cuatro siglos del hallazgo de un montículo de zacate en forma de cruz en la otrora ciudad virreinal de Tepic, se establecería una de las advocaciones más importantes del occidente de la Nueva Galicia y, a la postre, del territorio novohispano. Ello suscitaría, además de la edificación de una ermita para alojar dicha Cruz en el siglo XVII, una serie de relatos y mitos que ayudarían a integrar a este centro de devoción religiosa, como si de un texto novelesco se tratara<sup>1</sup>, a una red articulada con otros santuarios católicos de la región (García, 2011, pp. 171-173). Si bien desde su origen surgió una vasta literatura que buscaba describir, analizar, interpretar, simbolizar y significar la presencia de esta Cruz en el ámbito de lo religioso, no será hasta el siglo XX cuando se ponga en evidencia tal empresa a partir de sendas compilaciones al respecto<sup>2</sup>.

Asimismo, y debido a que este centro religioso se constituiría como una referencia geográfica, simbólica e identitaria de su ciudad metrópoli, provocaría simultáneamente la creación de una serie de imágenes en diversos formatos y de diferentes épocas. Esta gran producción de textos e imágenes contribuirían a afirmar en la memoria colectiva el fenómeno religioso y urbano de La Santa Cruz de Zacate de Tepic y, también, permitirían determinar cuáles han sido los cambios que, a través del tiempo, han consolidado al templo de La Santa Cruz no solo como el inmueble que contiene los elementos arquitectónicos más antiguos que se conservan en Tepic, sino también como el de mayor diversidad de corrientes estilísticas en una sola fábrica. Lo anterior, constituye el templo en un imprescindible objeto didáctico, si de distinguir etapas constructivas —y el contexto que lo posibilita—, se trata.

Lejos de concebir un ejemplo más de estratigrafía arqueológica en un conjunto edilicio, sino con la intención de comprender la permanencia de esta heterogeneidad estilística, el presente trabajo tiene como objetivo identificar e interpretar tal materialización del templo y convento de La Cruz de Tepic. Por lo que, desde una postura hermenéutica, se plantea la utilización del método progresivo-regresivo propuesto originariamente por Henri Lefebvre, empleando para ello un conjunto de fuentes de información, especialmente de la historiografía del “milagroso hallazgo”, organizadas a partir de una línea del tiempo que permita advertir, en una primera aproximación, las distintas etapas estilísticas del conjunto religioso como hecho histórico de un tiempo y un espacio específicos.

El texto se presenta en cuatro partes. En la primera parte, se explicará cómo interviene la historiografía en el método propuesto y, posteriormente, luego de aplicar el método progresivo-regresivo para presentar lo encontrado a través de sus estadios, se examinará el objeto de estudio por medio de sus identificadas tres fases de estudio. En la segunda —que por naturaleza y objeto es la más extensa—, se describen los resultados, a través de la historiografía regional, sobre el desarrollo que ha tenido este conjunto (descriptiva-progresiva). Ya en la tercera parte, en las discusiones, se presentan gráficamente las diferentes etapas constructivas (analítica-regresiva), mostrando así, finalmente, una línea del tiempo de su evolución espacial (histórica-genética). En la última parte, y a manera de conclusión, se reconstruirá de forma sucinta esta transformación arquitectónica.

<sup>1</sup> *Los pilares de la tierra*, de Follet (2010) o *Baudolino*, de Eco (2006) relatan el surgimiento de enclaves “providencialmente milagrosos” sobre una geografía común. La cruz milagrosa “aparece” entre Tepic, originaria capital de la Nueva Galicia, y Xalisco, lugar de fundación del primer convento franciscano neogallego.

<sup>2</sup> Aquí se incluyen, solo como ejemplos, los de Cortés (1940), Noriega (1972) y López (1981, 2000a y 2000b), así como de la más reciente de Luna y Ramos (2019).

## METODOLOGÍA

Según Bloch (2000), la importancia de la historia se constituye a partir de dos circunstancias: una en la que el presente se comprende por el pasado, y la otra en la que el pasado se comprende por el presente (pp. 45-51). Como hecho, sin embargo, la historia se construirá a partir de una serie causal de acontecimientos entendidos como una flecha del tiempo (Wagensberg, 2003, pp. 29-41); o sea, de manera horizontal e irreversible, aunque, al ser un objeto social, siempre es preferible la interdependencia entre los dos tiempos —pasado y presente— como “premisa de inteligibilidad”. Esta relación simbiótica, que se define como dialéctica, sería, empero, la razón por la que se imposibilita otorgarle objetividad a cualquier hecho histórico que se pretenda construir, debido a que este, a pesar de que metodológicamente se alinea su *serie de acontecimientos* en dicha flecha —o como presumiblemente se cree que están—, al ser un constructo social o colectivo (Halbwachs, 2004, pp. 53-88) se descubrirá en constante (re)construcción, ejercicio que, usualmente, se realiza desde diferentes momentos históricos, es decir, suele llegar a ser asincrónico.

Así que la investigación histórica, incluso de tiempos tan distantes, se remite a que existe la posibilidad de identificar y de comprobar los hechos pasados que se investigan. En lo primero, ningún fenómeno podrá explicarse en su totalidad fuera del estudio del momento o contexto histórico que lo permitió, y ello solo sería asequible a través de las fuentes de información creadas para la transferencia de conocimientos y pensamientos entre generaciones. En lo segundo, al ser un ejercicio individual de procedencia hermenéutica —inclusive de doble y de triple interpretación— es importante considerar que es justamente la diversidad de fuentes de información de dicha historia lo que permitiría, ahora, una “premisa de confiabilidad”.

Por lo anterior, una producción historiográfica del evento es tan sólida como sea posible localizarlo no solo en un tiempo y en un espacio, sino también en un imaginario tanto individual como colectivo. De hecho, el giro historiográfico de los acontecimientos pasados es el que se establece a partir de una nueva distinción entre la historicidad, el desplazamiento de la concepción ontológica del acontecimiento, el relato de la narrativa y la hermenéutica de los hechos como producción historiográfica (Morales, 2005, pp. 14-16). Entonces, sería por medio de esta concepción histórica que se

podría crear una relación confiable de los acontecimientos siempre que haya un método que lo medie —precisamente— dialéctico temporal, como podría ofrecerlo el método progresivo-regresivo.

Sartre define que el método de Lefebvre integra a la sociología y a la historia en una misma perspectiva desde la dialéctica materialista<sup>3</sup>. Por lo que, dicha perspectiva se concreta a partir de “[...] su fase de descripción fenomenológica y su doble movimiento de regresión primero y de progreso después —con las modificaciones que puedan imponerle sus objetos— [...]” (Sartre, 1963, pp. 53-54); a partir de ello, es Sartre quien insinúa la idea (y nombre) de un método progresivo-regresivo, es decir, un método de *ida y vuelta* por distintas líneas temporales.

En tanto, Lefebvre aspiraba a que, dentro de un marco teórico compartido, se contrastaran una diversidad de métodos individuales o particulares capaces de precisar cuestiones de largo alcance histórico (Stanek & Schmid, 2012, p. 63). De marcado carácter inductivo, y a pesar de esta diversidad, este método lefebvriano se compone de tres fases: (a) descriptiva, (b) analítica-regresiva y (c) histórica-genética (Lefebvre, 1953, pp. 134-135)<sup>4</sup>. La primera, pone en relevancia a la observación como un estadio previo a la información de la experiencia sobre una teoría en general —describir el fenómeno—; la segunda, hace el esfuerzo por situar cada sustracción del evento u objeto exactamente en el tiempo y que, para nuestro estudio, se añade el espacio de tales acontecimientos —datar el fenómeno—, y la tercera, estudia las modificaciones de la estructura fechada y situada por su desenvolvimiento posterior, entendidas estas como un proceso de conjunto, buscando encontrar lo pasado y lo actual al mismo tiempo, pero de manera comprensible —explicar el fenómeno— (Zamora, 1963, p. 203).

El método progresivo-regresivo, entonces, no implica propiamente una valoración de la calidad de una producción historiográfica o de las fuentes de información de hechos pasados o presentes. Antes bien, se trata del enfrentamiento de un conjunto de diálogos individuales tendientes a la comprensión de una línea, se insiste, de sucesos verificables y continuos. Desde ahí que se busca tener un flujo temporal y continuo que permita develar y entrever cómo

<sup>3</sup> El método se asocia también a asuntos epistémicos, señaladamente a los métodos generales de pensamiento. Así se tiene a lo regresivo, o de retroceso, vinculado al análisis, mientras lo progresivo, o de adelanto, a la síntesis (Dacal, 2003, p. 21).

<sup>4</sup> Lefebvre propone este método para analizar y comprender las estructuras sociales o las sociedades campesinas a lo largo del tiempo: la historia (su historia), define y explica su presente. Trasladar este método a objetos urbano-arquitectónicos, siendo un producto que manifiesta los valores de una sociedad y una temporalidad (o temporalidades) específicas, es nuestra propuesta.

ha sido que las ideologías del fenómeno, y las concepciones del mundo, fueron emergiendo gradualmente de acuerdo con el tiempo en el que dichas individualidades interpretan un acontecimiento pasado. Por lo anterior, no existe la comprensión de una sola causa del

evento histórico; existen —eso sí, y como todo imaginario—, diferentes líneas que convergen hacia su producción historiográfica, debido a que pueden convivir diferentes interpretaciones del mismo fenómeno que, como se ha dicho, pueden emerger de manera asincrónica.

## RESULTADOS

La Cruz de Zacate de Tepic comprende una trilogía de elementos arquitectónicos que se perciben como una unidad (Luna & Ramos, 2019, pp. 28-29). El conjunto está compuesto por un convento, un templo y una capilla abierta, que es donde se encuentra la Santa Cruz de Zacate, misma que se erige como el elemento cohesionador y dador de toponimia, además del significado de reverencia —que aún conserva— por la milagrosa manifestación<sup>5</sup>. Por otra parte, las diversas transformaciones espaciales que se han sucedido en la capilla, el templo y el convento, han sido definidas por los distintos auges constructivos en la ciudad.

El origen de este conjunto arquitectónico religioso fue a partir del “providencial hallazgo” de unos parterres naturales que formaban una cruz latina, encontrados en las cercanías del camino que conectaba a Xalisco y Tepic. La primera noticia que se tiene de esta construcción, particularmente de su templo, es la de Domingo de Arregui, presbítero del lugar, quien, en 1619, narra que contigua a La Santa Cruz de Zacate “[...] hízose allí una rramadilla zerca y púsose una cruz, y díxose allí missa, y así quedó hasta oy continuando la jente pía en aprovecharse de la piedra y yerba [...]” (Arregui, 1946, p. 84). Al parecer, dicha nave provisional estaba elaborada con una techumbre de palma sostenida por maderos, ubicada a los pies de esta cruz, que se tenía como altar descubierto porque, según lo menciona el fraile franciscano Nicolás Ornelas un siglo después, “[...] no consiente que le quiten, el influjo del cielo: si lo ponen, se cae [...]” (Ornelas & Valdivia, 1962, p. 151).

Para 1657, otro fraile franciscano, Antonio Tello, dice que “[...] el pueblo de Tepic le hizo un cercado de tapias para que el ganado no llegase a donde está, y todos los años, desde entonces, se le hace fiesta y acuden todos los vecinos del valle a ella” (Tello, 1945, p. 45) (figura 1). Poco después, en 1692, el jesuita Francisco de Florencia expone que Alonso Fernández de la Torre Guimarães construyó una pequeña ermita, anexa a la Santa Cruz de Zacate. Y es que:

Al pie de esta milagrosa Cruz está una Capilla pequeña, pero aseada, dedicada a la Santa Cruz: al lado del Presbyte de ella está esta maravilla cercada de calicanto, como capilla adjunta del altar de ella, aunque sin techo, porque ay experiencia, que hace el verdor de dicha Cruz sentimiento, marchitándose en no estando Cielo descubierto [...] Vése dicha Cruz desde el Presbyterio de la Capilla, porque allí tiene un arco que le sirve de puerta, y una reja que prohíbe la entrada, y no la vista. (Florencia, 1757, pp. 7-8)

En esa descripción se indica que: (a) existe un arco dividiendo lo interior y lo exterior mediante una reja (figura 2); (b) el templo está dispuesto de oriente a poniente con un altar a levante, y (c) la capilla abierta que estaba al lado del Evangelio y la Cruz no era el altar del presbiterio<sup>6</sup>. Se trataba, al parecer, de un templo plateresco de una sola nave, con muro testero como resguardo del presbiterio, a excepción de la capilla abierta donde se encontraba La Santa Cruz de Zacate.

<sup>5</sup> Por ejemplo, Vicente Calvo en 1832 y Joaquín Herrera en 1889 describieron la loma de La Cruz como parte de un conjunto inseparable, el cual incluye la calzada de La Cruz (Flores & Ramos, 2018, pp. 302-306).

<sup>6</sup> Cortés (1940, p. 17) describe que “[...] esta capilla debió estar de norte a sur y no de poniente a oriente [...]”, discrepando de lo que dice Florencia: La Cruz se miraba de lado desde el presbiterio, no detrás de él.

**Figura 1.** La Santa Cruz de Zacate de Tepic contenida en una tapia de calicanto



**Fuente:** elaboración propia (2024).

**Figura 2.** Arco que separa a la nave del templo de la capilla abierta de La Cruz



**Fuente:** elaboración propia (2024).

Por otra parte, el arco que divide la capilla y la nave es de medio punto labrado en piedra de cantera de tonos piñón. Su corriente estilística corresponde a un incipiente barroco, aunque también tiene rasgos de manufactura indígena. Lo componen dos pilastras molduradas, un cordón franciscano que recorre las dovelas del arco, y una clave con figuras antropomorfas y fitomorfas. Así también se afirma que el rostro que se advierte en el anverso, sosteniendo el intradós de la clave de este mismo arco, es el dios Piltzintli, antigua deidad indígena a la que le dedicaban las cosechas los nativos del lugar (García, 2011, p. 170). En tanto, en el reverso, existe una flor de cuatro pétalos, similar a la que se encuentra en el anverso, rodeada y entrelazada por un cordón franciscano.

Hay también noticias de los franciscanos, quienes habitaron en el lugar. En un documento eclesiástico, signado en 1744, los frailes, y debido a su asistencia habitual al convento de San Juan Bautista de Xalisco desde el templo de La Santa Cruz, dan noticia de la pugna que estos frailes tenían con el Obispado de Guadalajara para tratar de residir en Tepic. Y es que desde la visita hecha por el Obispo de Guadalajara en el mismo año se quejaban de que:

[...] no tienen más que una celda con tras celda, y otras dos pequeñas, y éstas a la calle, sin muro alguno que haya clausura [...] Y la poca material fábrica toda desplomada, sus techos cayéndose, sus paredes abiertas y amenazando tal ruina, sin que guardián alguno de los que han vivido y viven en dicho Tepic, pongan algún reparo en ella [...]. (López, 1981, p. 25)

La extensión geográfica sobre la cual este templo administraría los sacramentos a sus feligreses comprendería el caserío del pueblo de Tepic. Además, una extensión conformada al norte y oriente por el río de Tepic, al oriente la hacienda de La Cofradía, al sur hasta un cuarto de legua distante del templo, y al norte hasta el ingenio de Guimarães y aquellas tierras donde terminaba la doctrina (López, 1981, p. 27).

Será hasta 1777, a partir de la gestión de fray Antonio Alcalde años atrás, cuando empieza a verse la conveniencia de establecer un convento franciscano para la provisión de las misiones de Las Californias y de la provincia del Nayarit (López, 1981, pp. 28-29). Poco después, a partir de la Cédula Real emitida en 1784, se decreta la fundación del hospicio de La Santa Cruz de Tepic, parte de la Provincia de Santiago de Xalisco, con la intención de que desde ahí los religiosos auxiliaran a los sacerdotes de esta parroquia (López, 1981, pp. 29-31).

Paralelamente, entre 1777 y 1780, con el mecenazgo de los hermanos Acevedo, José, Agustín y Bernardo, comerciantes y hacendados de la región, se amplió el templo (Velázquez, 1908, p. 98). Se trataba del primer templo con forma de cruz latina, cubierto con techumbres de terrado, que había en los alrededores de la ciudad de Tepic. Sin embargo, es distinguible en la cartografía realizada por Gonzalo López de Haro, a finales del siglo XVIII (López, 2000a, p. 29), un templo de una sola nave cubierta a dos aguas con una torre emergiendo al centro de ella. El templo quedaría contiguo al claustro por el costado sur y poniente, colindancias que le fueron reforzadas con contrafuertes. Los espacios residuales entre los dos inmuebles se agregaron al templo—actualmente la sacristía, la capilla de la Virgen de Talpa y los aposentos del sacerdote—y se alinearon al corredor norte del mismo claustro.

De esta intervención pueden ser visibles tres enmarcamientos diseñados en un singular manierismo. Uno de ellos es la portada lateral, utilizada a la idea de una puerta porciúncula dispuesta al norte, está ornamentada con pilastras, jambas, enjutas y entablamento (figura 3)<sup>7</sup>. Del mismo modo, la portada trasera que da acceso a la sacristía desde el corredor norte del claustro del convento, de menor factura ornamental que la anterior, tiene en el reverso un capialzado con triple cortinaje. Por último, en el interior del templo, se aprecia una portada para ingresar desde el presbiterio a la sacristía, la cual tiene un remate mixtilíneo de perfiles simples, con un capialzado de dos líneas en el reverso (figura 4).

Antes de que estallara la guerra de Independencia de la Nueva España, se sustituiría el remate de la torre campanario y el enmarcamiento del acceso principal, debido a que:

[...] con motivo del Jubileo de Porciúncula, entre dos y cuarto y dos y media de la tarde cayó un rayo, que derribó gran parte de la coronilla de la torre, entró en la Iglesia, tiró a la mayor parte de la gente que había en ella, particularmente de la puerta del costado para la puerta principal, que hizo pedazos [...]. (*Gazeta de México*, 30 de agosto de 1800, p. 177)

Por ello, desde la primera mitad del siglo XIX el templo ya tendría una torre campanario y una portada principal de estilo neoclásico, aunque su remate campaniforme mantiene un lenguaje barroco, totalmente diferente a la portada lateral de estilo manierista. A raíz de esto, el coro, que estaba arriba del antiguo portón, tuvo que demolerse para integrarse un vano en arco de medio punto en el acceso principal, para después adaptarse al nivel

<sup>7</sup> Dicha portada se asemeja al barroco tablerado descrito por González (2006, pp. 119-121, 134), donde el fuste de sus pilastras es un tablero, o tableros superpuestos, grabados en bajo y alto relieve, que utilizan a su vez guardamalletas y trazos mixtilíneos.

**Figura 3.** Portada lateral del templo



Fuente: elaboración propia (2024).

**Figura 4.** Portada de acceso a la sacristía desde el presbiterio del templo



Fuente: elaboración propia (2024).

de este espacio a partir del arranque de la bóveda, razón por la cual hay un vano que llega a un entrepiso inexistente desde la escalera de la torre.

Incluso la ocupación del espacio conventual no fue exclusiva de los religiosos franciscanos. En 1836, después de que los hermanos Acevedo fundaron un hospicio, anexo al presbiterio del templo, para niños pobres de la ciudad y niños indígenas de la sierra para enseñarlos a leer y escribir, el rector Nicolás Humada informaba que había más de veinte estudiantes de lectura, nueve de escritura y cinco de aritmética con escritura (López, 1981, p. 21).

Para 1845, el templo ya advierte su diversidad compositiva. A partir de un grabado que acompaña los escritos de Vicente Calvo, se observa que la portada principal es neoclásica, que su torre campanario está constituida por

dos cuerpos con un remate campaniforme, y que hay una cúpula semiesférica sostenida por un tambor; además de que en el mismo paramento poniente se indican los accesos principales del templo y el convento (Calvo, 1845, p. 369). Poco después, a mediados de ese siglo, estando fray Pablo López como guardián, se remodelaron los altares<sup>8</sup> en un estilo neoclásico (figura 5); y se reemplazaron las techumbres de vigas de madera por una bóveda de cañón corrido en sección ojival (figura 6), la cual incluye una serie de lucernarios con arco gótico (Velázquez, 1908, pp. 98-101), todo ello a la usanza de los templos neogóticos del occidente de México (Checa, 2012). De la misma manera, hasta el porfiriato se confirma que existió la renovación de techumbres, donde lo “[...] hizo de bóveda el R. P. Pablo María López [...]” (VV. AA., 1885, p. 21).

**Figura 5.** Altar principal dedicado a Cristo Nazareno



**Fuente:** elaboración propia (2024).

<sup>8</sup> Actualmente, el mayor está dedicado a Cristo Nazareno y los laterales a Nuestra Señora del Refugio de Pecadores y a Nuestra Señora de Guadalupe.

**Figura 6.** Las techumbres de la nave del templo



**Fuente:** elaboración propia (2024).

La orden franciscana abandonaría paulatinamente el convento, alrededor de 1860, como consecuencia de las Leyes de Reforma (López, 1981, p. 41). A raíz de ello, y dadas las condiciones de higiene que proveía el inmueble al estar en un ambiente despoblado, se establecería un sanatorio. Fue así como se planteó utilizarlo como un hospital militar, principalmente para albergar la sección sanitaria que atendía las campañas militares del general Manuel González contra el resto de las gavillas lozadistas. Así, y luego de cinco meses de reparaciones, en 1878 se fundaría el Hospital Militar de Tepic en lo que fuera el convento franciscano de La Cruz de Tepic, cuya atención estaría a cargo de un médico cirujano, un administrador, un cabo y cuatro ambulantes (*El Eco de Tepic*, 15 de diciembre de 1910, p. 27). Posiblemente, esta serie de adaptaciones espaciales, siempre sujetas al originario número de habitaciones y a la organización central del claustro, se harían a partir de la demolición de muros divisorios, evitando debilitar la estructura principal del inmueble (Ramos, 2014, p. 70).

El servicio comunitario de este nosocomio era muy socorrido por la sociedad tepiqueña. En 1908, había espacios para la guardia y el oficial a cargo, sala de medicina, anfiteatro anatómico, comisaría, salas mixtas para sargentos y

oficiales, una cocina que ocupaba dos habitaciones, excusados para oficiales y tropa, varios patios con corredores y un jardín (Velázquez, 1908, p. 101). Dos años después, se menciona que este espacio incluiría una sala de operaciones, cuatro salas para enfermos con cien camas, baño de agua tibia y de ducha fría, botica, cuatro llaves de agua, estufa para calentar la comida y el agua del baño, ambulancia, dirección con biblioteca y aparatos médicos, y en planta alta las oficinas administrativas (*El Eco de Tepic*, 15 de diciembre de 1910, p. 27).

En 1908, Enrique Barrios, un viajero nacional, narraría la arquitectura de este templo así:

La puerta del costado del templo, la que ve al atrio y a las avenidas [...]. Es la nave de medianas proporciones, y forman su sencilla crucería, aparte de dos de los cruceros, cinco bóvedas ojivales que descansan en arcos empuntados. Penetra en ella la luz del sol a través de vidrios rojos, amarillos, blancos y azules, por góticas ventanas abiertas en el esviaje de las bóvedas, y una en el coro. El templo es cruciforme, y tiene cinco altares: uno en el presbiterio, bajo del ábside, donde se venera a la Purísima Concepción [...] del lado del evangelio; y los demás en los cruceros, dos dedicados también a Nuestra Señora, en sus advocaciones del Refugio y del Tránsito. (Barrios de los Ríos, 1908, p. 120)

Recién iniciado el conflicto armado de la Revolución mexicana, algunas fotografías permiten descubrir cómo eran el templo y el convento de La Cruz (López, 2000b, p. 46). En ellas se distinguen varios elementos arquitectónicos en el exterior del conjunto religioso, como: (a) un pequeño atrio que unifica al templo y al convento, el cual conserva una frondosa vegetación de arbustos y árboles, está cercado por una barda de poca altura que remata con maderos dispuestos en diagonal anclados en pilastras; (b) la casa cural, localizada en la colindancia norte de la capilla abierta de la cruz, está resguardada por el atrio que conduce al acceso lateral del templo; (c) la carpintería de los lucernarios en la techumbres exhiben líneas neogóticas; (d) la base de la torre campanario y el paramento norte del convento mantienen adarajas en sus esquinas, contrastando extraordinariamente con los sillares aparentes de las fábricas de sus muros; (e) el paramento norte y oriente del convento tienen dos niveles; (f) el área de lavaderos techado a dos aguas, y (g) la estructura de un tanque elevado de agua.

Asimismo, otras fotografías revelan gran parte de lo que existía en el interior del convento cuando formaba todavía parte de la milicia, al final de su ocupación (López, 2000b, p. 55). Entre otros elementos: (a) el claustro principal tenía una arquería moldurada, soportada por pilares cuadrados con un diminuto ochavo en sus aristas; (b) el jardín se componía de ocho prados delimitados por ladrillos de barro dispuestos a cartabón, con una fuente central polilobulada en piedra de cantera; (c) existía una antena de radio que estaba montada en las azoteas sobre la sala de operaciones, posiblemente colocada a finales de la segunda década del siglo y; (d) el segundo claustro poseía una simplicidad tal que era propia de un área de servicio.

A partir de 1927, luego de la descrita utilización por varios años como hospital militar, el inmueble pasó a ser propiedad del Gobierno estatal, iniciando así un continuo proceso de destrucción que, a la postre, llevaría al convento a un estado ruinoso:

Este Hospital Militar funcionó por más de treinta años, y después de estar en el Convento de La Cruz fue cambiado a una casa muy grande y vieja que había ocupado el Seminario, o sea la actual ubicación del edificio de la escuela [primaria] Miguel Alemán. Habiendo sido reducido después [en 1935] a una sala que se acondicionó en el antiguo Hospital Civil para instalarse definitivamente una enfermería militar en las actuales construcciones de la "Ciudad Militar" [en 1955]. (Gutiérrez, 1968, p. 17).

Es así como, de 1946 a 1980, el espacio conventual tendría heterogéneos usos. Entre otros, almacén de alimentos, forrajes, enseres, utensilios, mobiliario y vehículos del Gobierno estatal; y, al mismo tiempo, en los espacios del costado oriente, se albergaría una escuela primaria, la Cuauhtémoc (López, 2000b, p. 56). Si bien no se

realizó ninguna variación radical en el claustro, la falta de mantenimiento condujo a un deterioro que se manifestó con el desplome de la mayor parte de sus techumbres.

Mientras tanto, a las afueras del templo, desde 1954, se hallaba construida la casa cural sobre lo que era el atrio del templo. La cual, diseñada bajo los cánones del Movimiento Moderno, precisó para su construcción demoler la antigua estancia del presbítero encargado del templo.

En 1962, el presbítero Jesús Esparza se hizo responsable del templo. A su cargo, tres años después, a las oficinas parroquiales y al despacho del sacerdote se agregó un entresuelo más, se adaptó una escalera para comunicar el coro y la azotea con la notaría parroquial, el púlpito que tenía acceso por el convento se cambió al lado de la epístola, y se retiraron los aplanados en los arcos torales del transepto y en los accesos de la sacristía y el púlpito (Ramos, 2014, p. 73). Fortuitamente, a raíz de ello se descubriría el arco atrial del siglo XVII de la capilla abierta donde se encuentra la Santa Cruz de Zacate. Al retirar los exvotos que se encontraban en el muro formero colindante a la ermita, además de la reja que dividía el interior con el exterior, permitiría visibilizar la junta constructiva de la tapia que ocultaba dicho arco. También, a partir de la liberación de aplanados de este muro, se advirtieron distintos diseños de pintura mural.

En 1979, siete años después de que el templo pasó a ser parroquia, luego de ser vicaría fija desde 1891 (Luna, 2008, pp. 128, 138), se iniciarían las gestiones de la que fuera la primera restauración del convento de La Cruz. Visiblemente derruido, su promoción fue realizada por Raúl Romero, con el propósito de que se habilitaran estos espacios para albergar las nuevas oficinas de dicha dependencia estatal (López, 2000b, p. 7). Un año después, siguiendo un proyecto auspiciado por el Instituto Nacional de Antropología e Historia, que tenía como criterio salvaguardar su distribución espacial, así como sus materiales y sistemas constructivos, el ingeniero Juan Francisco Ibarra iniciaría a su cargo los trabajos de intervención del inmueble, en donde:

Las paredes de adobe que estaban desplomadas, se recubrieron con ladrillo, se reforzaron con dadas y castillos de concreto, aplicándose un enjarre de mezcla lo más rústico posible [...]. Se rehicieron [...] arcos de medio punto con columnas toscanas, utilizando para ello ladrillo y molduras de cantera [...] Los muros muy destruidos fue necesario emplastecerlos y ligarlos [...]. Los techos [...] se hicieron de lozas de concreto sobre vigas del mismo material [...]. En el centro del patio se encontró restos de una bella fuente alveolada, [...] se reconstruyó en su trazo original y se instaló un surtidor en el centro. Todos los pisos son de piezas de barro [...] aunque también se utilizó el ladrillo [...]. (López, 1981, pp. 43-44)

No obstante, dicha restauración fue propiamente una remodelación. Como lo afirma el autor, aunque se buscó tener en sus partes “[...] el mismo estilo de las originales [...], de algunos edificios coloniales de construcciones franciscanas del siglo XVIII [...], de algún convento de Querétaro [...]” (López, 1981, pp. 43-44); la intervención modificó, en su mayoría, la forma de los ornamentos del claustro y los alzados del convento (figura 7). Así que, al basarse más en el imaginario del proyectista que en los datos históricos, se produjo una apócrifa corriente estilística.

De la misma manera, al concluir esta obra, se continuó la remodelación del templo con la

pretensión —ahora— de obtener una “unidad artística” en el conjunto religioso. Como resultado de esta acción, se alteró la portada principal<sup>9</sup> al utilizar losetas de barro para recubrir el extradós de las bóvedas de la nave y al adaptar nuevos espacios en la colindancia sur del atrio con la intención de brindar clases de catecismo. La citada demolición de la casa cural también permitió liberar el paso al acceso principal del templo, al mismo tiempo que se extendía sustancialmente el atrio. Después de todo ello, en 1981 se inauguraron tales trabajos de “restauración” por el gobernador del Estado de ese entonces (López, 1981, contraportada) (figura 8).

**Figura 7.** Paramento norte del claustro principal en el convento de La Cruz



**Fuente:** elaboración propia (2024).

<sup>9</sup> Aunque desde 1940 se observa, a partir de una fotografía, que el remate de la fachada principal no finalizaba con la cumbre de la bóveda de la nave, para 1981 ya se había incluido otro nivel (Cortés 1940, portada).

**Figura 8.** Acceso principal al convento de La Cruz



**Fuente:** elaboración propia (2024).

## DISCUSIÓN

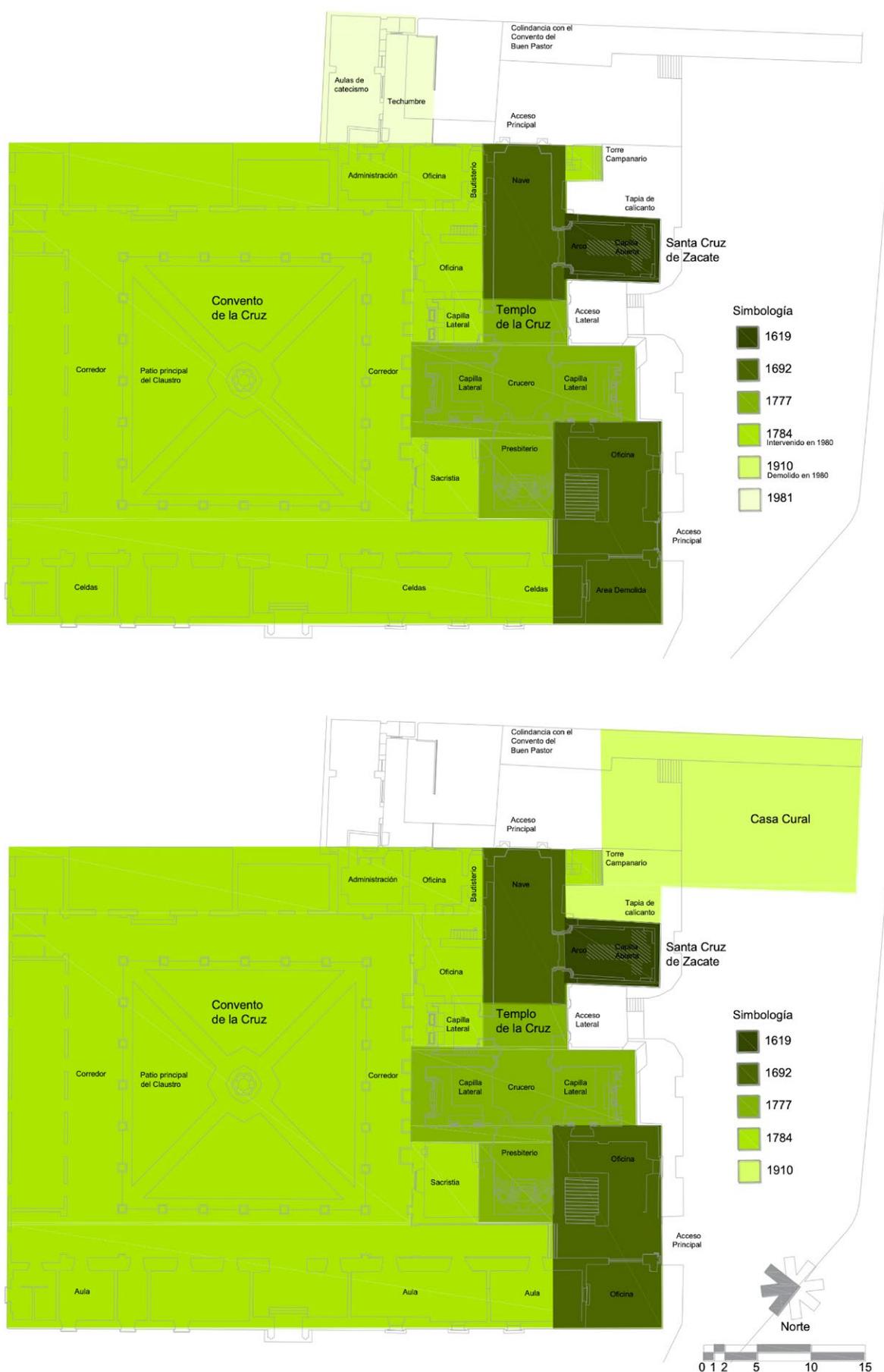
Luego de poco más de cuatro siglos de narración, es posible establecer las distintas etapas constructivas que se tienen en este conjunto religioso. A través de la larga duración, y de manera regresiva, se han determinado por lo menos seis etapas constructivas en el desarrollo edificatorio de este triduo compuesto por la capilla abierta, el templo y el convento de La Cruz de Tepic. Aquí se establecen, en una serie de plantas arquitectónicas actuales, por medio de la ocultación de espacios de etapas recientes, las construcciones más antiguas de este conjunto. Además, para auxiliar su lectura, se ha establecido un código de colores, en el que los espacios más antiguos tienen los tonos más oscuros.

De esta manera, y hasta finales del siglo XX, el conjunto religioso estaría definido por la integración arquitectónica de dos de sus inmuebles en su contexto urbano. Y es que, a partir de que el convento franciscano se convirtiera en hospital militar en el mil ochocientos, este conjunto religioso se entendería de manera fragmentada, por edificaciones independientes, aunque

estuvieran en franca colindancia entre ellos. Así que templo y convento no se verían como una unidad, debido a la utilización de sus espacios hasta que, al realizarse su restauración, la última etapa constructiva, la más reciente realizada en el conjunto religioso, se interviniera con una pretendida igualdad estilística arquitectónica dentro y fuera del conjunto religioso.

Y aunque finalmente el proceso de intervención produciría un falso histórico, el paso del tiempo promovió que este enclave de encuentro de la ciudad se posicionara en la memoria colectiva y en el imaginario tepiqueño como un signo de autenticidad y como un referente simbólico de su historia. Por otra parte, para que este conjunto lograra tener un atrio al norte del complejo se demolería la antigua casa cural, el antiguo cercado del templo y el área de lavaderos, elementos de una etapa constructiva anterior que comprendería los últimos años del porfiriato —a principios del siglo XX— hasta la reconstrucción antes citada (figura 9).

**Figura 9.** El conjunto religioso en 1981 y 1910, después y antes de la remodelación



Fuente: elaboración propia (2024).

No obstante, durante el siglo XIX se había transformado estilísticamente la arquitectura de este conjunto religioso. Esta etapa constructiva iniciaría por una contingencia natural que redefinió la torre campanario y la portada principal, adoptando por primera vez la estilística del neoclásico en el templo que, cinco

décadas más tarde, se prolongaría a los altares principal y laterales, completando así la pretendida “unidad artística”. Simultáneamente, la incorporación del neogótico a partir de una bóveda de cañón corrido, le otorgaría a la nave del templo una cualidad de heterogeneidad estilística —que hasta ahora conserva—, pero

sobre todo esa característica de monumentalidad debido a su verticalidad y articulación paisajística con la periferia sur de la ciudad.

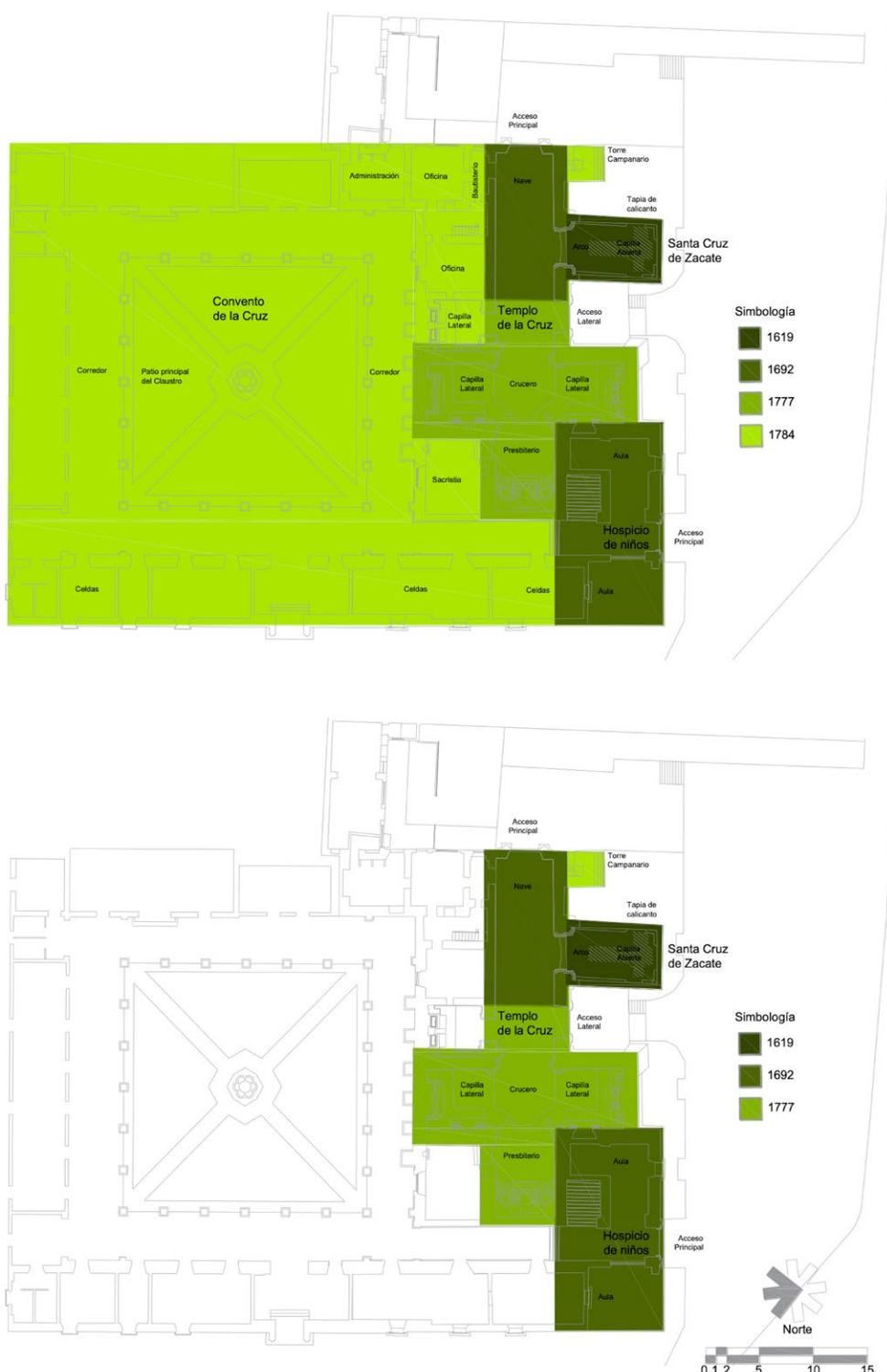
Por otra parte, los cambios sociales, económicos y, sobre todo, políticos de la novel nación de mediados del siglo, hacen, por un lado, admitir nuevos estilos historicistas y, por otro, cambiar el uso del recinto religioso a uno hospitalario. Así que, en esta etapa constructiva, mientras el templo transformó su estilística y conservó su función, contrariamente el convento transformó su función, pero conservó su estilística.

Una de las etapas constructivas más importantes de este conjunto religioso se daría a finales del siglo XVIII. Esta se definiría por la fundación y la materialización del hospicio

de franciscanos, que extendió espacialmente hacia el sur todo este complejo arquitectónico. Así, el claustro del convento se adaptaría a la disposición de la nave del templo, ya que el corredor norte colinda justamente con el muro formero sur del transepto.

Anteriormente, se había realizado la ampliación de la nave en forma de cruz latina, así como la fundación de un hospicio para pobres e indígenas de la sierra en el costado oriente del nuevo templo, el antecedente del convento de franciscanos. Asimismo, se incluiría en el templo la portada lateral y el acceso a la sacristía, ambos, de los pocos elementos arquitectónicos con líneas manieristas que transitan al barroco, en sus diferentes expresiones (figura 10).

**Figura 10.** El conjunto religioso en 1784 y 1777, después y antes del convento



Fuente: elaboración propia (2024).

Para el siglo XVII, debido al aumento significativo de devotos y peregrinos a La Santa Cruz de Zacate, el templo se vería transformado a partir de su constante ensanche. En esta etapa constructiva se hizo un cercado con tapias de calicanto, donde se dispondría la capilla abierta de la cruz para que desde el interior se siguieran viendo estos parterres de zacate en forma de cruz, como ha sido hasta la fecha, a través de un arco con reminiscencias de indocristiano.

Antes, la alineación de la nave de este a oeste buscaba tener un altar hacia el este, ya que previamente se encontraba dispuesto al norte. Toda esta fábrica se hizo en un estilo plateresco con algunas formas que asomaban, como se ha dicho, un incipiente barroco. Así que la primera etapa constructiva, la originaria, se haría después del milagroso hallazgo a inicios del siglo XVII, en el que el levantamiento de una ramada precedera, como resguardo de los primeros feligreses, sería el germen de este conjunto religioso (figura 11).

**Figura 11.** El conjunto religioso en 1692 y 1619, después y antes de la capilla

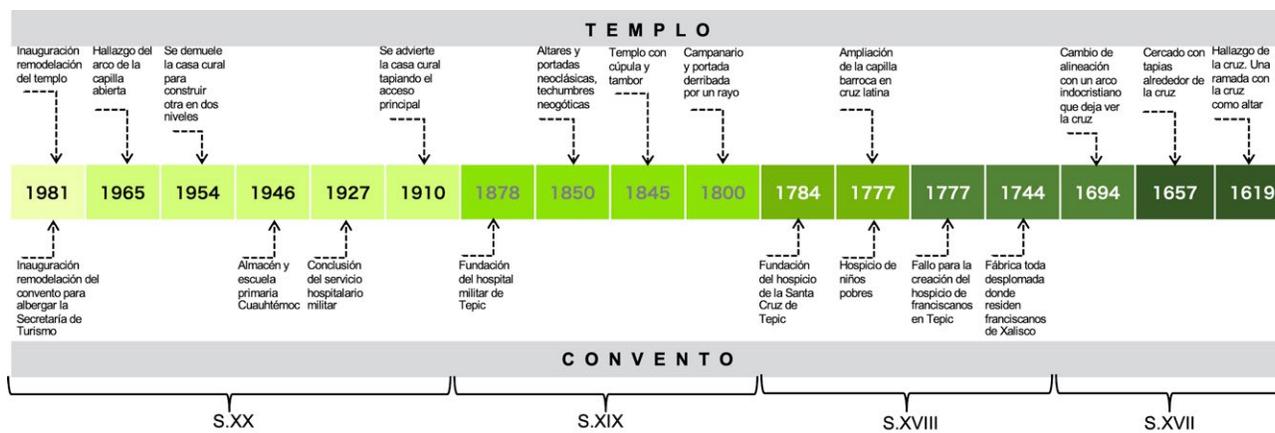


Fuente: elaboración propia (2024).

La delimitación de estas etapas constructivas del conjunto religioso es distinguible a través de una línea del tiempo. Para efectos de interpretación, y de forma reversible, como se ha dado lectura anteriormente, se advierte el principio, la articulación y la desarticulación del templo y del convento de La Cruz. En cada una de estas fases

se integraba una nueva corriente estilística en el inmueble, por lo que templo y convento se manufacturaron con un estilo arquitectónico y, posteriormente, cada vez que se hacía una intervención o una integración de espacios, se remodelaba de nuevo todo el conjunto bajo los cánones estilísticos de cada época (figura 12).

**Figura 12.** Línea del tiempo regresiva de las etapas constructivas del conjunto religioso



Fuente: elaboración propia (2024).

## CONCLUSIONES

Un punto inicial tiene que ver con la toponimia del conjunto: permanece inalterada. Ni la modificación del uso de sus espacios —como lo fue el convento— ni de sus sucesivas e intensas intervenciones o modificaciones —como lo fue en la capilla abierta y el templo— han impedido que se reconozca lingüísticamente por la sociedad tepiqueña y asiduos devotos, con el mote de “La Cruz”; lo que demuestra la fuerza de la memoria; aunque, y por lo mismo, paulatinamente haya ido desapareciendo, quizá por economía del lenguaje, el complemento “de Zacate”, situación que refuerza revelarlo como un inmejorable objeto didáctico para todo estudioso de la arquitectura, la ciudad, su sociedad y su historia.

De la misma manera, el representar gráficamente cada una de estas etapas constructivas del conjunto religioso permitió: 1) valorar la magnitud de cada una de las ampliaciones; 2) aseverar que el epicentro constructivo de este conjunto religioso sigue siendo, sin lugar a dudas, la capilla abierta donde se encuentra la cruz de zacate; 3) evidenciar la transición formal que tuvo la alineación del templo de norte a sur con una sola nave y de oriente a poniente en forma de cruz latina, asumiendo como guía la ubicación de la capilla abierta; 4) comprender el vínculo entre templo y convento, marcadamente en la colindancia sur del templo, donde se agregaron una serie de habitaciones que ayudarían a delimitar los inmuebles en una sola línea y; 5) localizar, respecto a la capilla, templo y convento,

aquellos elementos arquitectónicos que no se han conservado hasta el presente.

Asimismo, debe resaltarse que cada una de estas etapas constructivas albergó una estilística en particular. Este complejo arquitectónico contiene, en parte por la fortuita permanencia y en parte por la anticipada conservación de algunos de sus elementos ornamentales y estructurales: un indocristiano del siglo XVII, un manierismo y un barroco del siglo XVIII, un neoclásico y un neogótico del siglo XIX y, finalmente, un imaginario plateresco conventual del siglo XVI construido en el siglo XX; todos ellos conviviendo en una única armonía solo entendida por la fuerza del tiempo. Estilos, sistemas constructivos, actividades espaciales y todo tipo de adaptación, como un palimpsesto, proyecta a sus creadores, a las ideologías y las formas de pensamiento. Es, nunca mejor dicho, un reflejo dialógico de sus tiempos.

Un último punto que es menester destacar tiene que ver con la pertinencia del método empleado. Su utilización se centra en la etapa regresiva; es decir, en el ejercicio de análisis o de restar espacios al inmueble, evitando sobremanera la acumulación de hipótesis improbables cuando se hace el ejercicio de forma tradicional, o sea de síntesis, cuando se suman espacios partiendo del origen de la edificación. Como se ha visto, su empleo ha sido adecuado para explicar y comprender las etapas estilísticas y constructivas de la capilla, templo y convento de La Cruz, inclu-

sive para su interpretación gráfica tanto bidimensional como tridimensionalmente; empero —se reitera—, una de las premisas para utilizarlo debe ser la disposición de una cantidad de textos e imágenes de dife-

rentes tiempos, suficientes para reconstruir su evolución arquitectónica, y en el conjunto religioso de La Cruz de Zacate de Tepic, del mismo modo que sus influencias estilísticas, de eso abunda.

## CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Los autores confirman que, además de concebir, investigar y redactar el presente artículo, ambos han contribuido críticamente de forma sustancial en la discusión

teórico-metodológica, al igual que en la obtención, análisis e interpretación de las distintas fuentes de información histórica del objeto de estudio.

## REFERENCIAS

*Gazeta de México*. (1800, 30 de agosto), 177-178.

*El Eco de Tepic*. (1910, 1 de diciembre). Mejoras materiales inauguradas en las fiestas del primer Centenario de nuestra Independencia Nacional en el Territorio de Tepic. Septiembre 15 de 1910, 1-48.

Arregui, D. L. (1946). *Descripción de la Nueva Galicia. Edición y estudio de François Chevalier. Prólogo de John Van Horne*. Publicaciones de la Escuela de Estudios Hispano-Americanos de la Universidad de Sevilla.

Barrios de los Ríos, E. (1908). *Paisajes de occidente*. Imprenta de la Biblioteca Estarsiana.

Bloch, M. (2000). *Introducción a la historia*. Fondo de Cultura Económica.

Calvo, V. (1845). Tepic (conclusión). *Semanario Pintoresco Español*, X (47), 23 de noviembre, 369-371. <http://hemerotecadigital.bne.es/issue.vm?id=0003122819&search=&lang=es>

Checa Artasu, M. M. (2012). Catedrales neogóticas y espacialidades del poder de la iglesia en las ciudades del occidente de México: una visión desde la geografía de la religión. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, XVI, 418 (49). <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-418/sn-418-49.htm>

Cortés, J. D. (1940). La Santa Cruz de Zacate. En VV.AA., *Datos históricos sobre la Santa Cruz de Zacate de Tepic, recopilados y publicados en ocasión del IV Centenario de su milagrosa aparición* (pp. 16-17). Imprenta Ruiz.

Dacal Alonso, J. A. (2003). *Estética general*. Porrúa.

Eco, U. (2006). *Baudolino*. Debolsillo.

Florencia, F. (1757). *Origen de los dos célebres santuarios de la Nueva Galicia. Obispado de Guadalajara en la América Septentrional*. Imprenta de la Biblioteca Mexicana.

Flores Rodríguez, C. E., & Ramos Delgado, R. (2018). *Entre espías, fanfarrones y voyeurs. Relatos para viajados por el Tepic prerrevolucionario*. Miguel Ángel Porrúa y Universidad Autónoma de Nayarit.

Follet, K. (2010). *Los pilares de la tierra*. Debolsillo.

García Mar, G. (2011). *La Santísima Cruz de Tepic. Construcción, difusión, amplitud y permanencia en el occidente de la Nueva España* [Tesis de maestría]. Universidad de Guadalajara.

González Galván, M. (2006). *Trazo, proporción y símbolo en el arte virreinal. Antología personal*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Estéticas y Secretaría de Cultura de Michoacán.

Gutiérrez Camarena, A. (1968). *La medicina y los médicos tepiqueños: narración histórica*. Talleres Litográficos de Corporación Impresora.

- Halbwachs, M. (2004). *La memoria colectiva*. Prensas Universitarias de Zaragoza.
- Lefebvre, H. (1953). Perspectives de sociologie rurale. *Cahiers Internationaux de Sociologie*, XIV, 122-140.
- López González, P. (1981). *Álbum histórico del ex-convento de La Cruz de Tepic*. Departamento de Turismo de Nayarit.
- López González, P. (2000a). *El centro histórico de la ciudad de Tepic*. Comunicación Óptima.
- López González, P. (2000b). *Álbum histórico del ex-convento de La Cruz de Zacate*. XXXV Ayuntamiento de Tepic.
- Luna Jiménez, P. (2008). *Nayarit: población e integración territorial en sus municipios. Una historia que busca explicar el presente* [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma de Nayarit.
- Luna Jiménez, P., & Ramos Delgado, R. (Comps.). (2019). *El milagro de los milagros. Corpus histórico de la Santa Cruz de Zacate de Tepic*. Fondo Editorial Universitario.
- Morales Moreno, L. G. (Comp.). (2005). *Historia de la historiografía contemporánea (de 1968 a nuestros días)*. Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora.
- Noriega Robles, E. (1972). Los jesuitas y la Cruz de Zacate. En M. I. Pérez Alonso, *La compañía de Jesús en México. Cuatro siglos de labor cultural 1572-1972* (pp. 327-334). Editorial Jus.
- Mendoza, O., & Valdivia, N. (1962). *Crónica de la Provincia de Santiago de Xalisco, 1719-1722*. Instituto Nacional de Antropología e Historia e Instituto Jalisciense de Antropología e Historia.
- Pöete, M. (2015). *Introducción al urbanismo. Evolución de las ciudades. Lecciones de la antigüedad*. KRK.
- Ramos Delgado, R. (2014). *La memoria de las formas. Estudios para reconstruir la historia urbana y arquitectónica de Tepic. Tomo I*. Consejo Estatal para la Cultura y las Artes de Nayarit.
- Sartre, J. P. (1963). *Crítica de la razón dialéctica*. Editorial Losada.
- Stanek, L., & Schmid C. (2012). Teoría, no método: Henri Lefebvre, investigación y diseño urbanos en la actualidad. *Urban, Revista del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio*, 02, 59-66. <http://polired.upm.es/index.php/urban/article/view/1491>
- Tello, A. (1945). *Crónica miscelánea de la Santa Provincia de Xalisco*. Libro IV. Editorial Font.
- Velázquez Galván, T. (1908). *Directorio general del territorio de Tepic*. Imprenta de Herminio Torres.
- VV. AA. (1885). *Estadística de la Comisaría General de la Orden Franciscana en la República Mexicana*. Tipografía de Ancira y Hermanos.
- Wagensberg, J. (2003). *Ideas sobre la complejidad del mundo*. Tusquets.
- Zamora Briones, S. (1963). El método progresivo-regresivo de Lefebvre y Sartre. *La palabra y el hombre*, 26, 201-208. <https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/2884>



# Metodologías participativas en arquitectura: las propuestas pioneras de Turner, Habraken y Alexander

Participatory Methodologies in Architecture: Pioneering Proposals by  
Turner, Habraken and Alexander

Recibido: noviembre 12 / 2021 • Evaluado: diciembre 9 / 2021 • Aceptado: mayo 21 / 2024

## CÓMO CITAR

Palero, J. S. (2024). Metodologías participativas en arquitectura: las propuestas pioneras de Turner, Habraken y Alexander. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26(2), 255-274.  
<https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.4381>

Juan Santiago Palero\*

Universidad Nacional de Avellaneda (Argentina)  
Departamento de Arquitectura Urbanismo y Diseño  
Centro de Estudios del Habitar Popular

## RESUMEN

Se propone sistematizar tres caminos diferentes para abordar instancias participativas en arquitectura que permitan afrontar intervenciones en el ambiente construido desde el diálogo entre técnicos y vecinos. Para esclarecer estos caminos, se tomarán como referencias las propuestas teóricas de tres arquitectos que sentaron las bases de la participación en las disciplinas proyectuales durante las décadas del sesenta y el setenta: John Turner, Nicholas John Habraken y Christopher Alexander. Si bien el aporte de estos autores suele destacarse en un sentido general, como fundamentos conceptuales de la participación en arquitectura, este trabajo apunta a interpretar sus escritos con una mirada metodológica con el fin de alcanzar, más que una defensa de la participación de los usuarios, distintos caminos para llevarla a cabo. En la presentación de resultados, los diferentes caminos se sistematizan según sus elementos metodológicos (rol de los técnicos, rol de los habitantes, etapas e instrumentos). En la discusión se aborda el trasfondo conceptual de cada propuesta y en las conclusiones se incluye una serie de recomendaciones para orientar decisiones metodológicas en futuras intervenciones participativas según los requisitos del contexto y el posicionamiento ante el ejercicio profesional.

### Palabras clave:

diseño arquitectónico; espacio público; metodología; participación ciudadana; teoría arquitectónica

## ABSTRACT

This article proposes to systematize three different approaches for addressing participatory instances in architecture, enabling interventions in the built environment through dialogue between professionals and neighbors. In order to clarify these approaches, the theoretical proposals of three architects who laid the foundations for participation in the design disciplines during the 1960s and 1970s will be referenced: John Turner, Nicholas John Habraken and Christopher Alexander. While the contributions of these authors are generally recognized as foundational concepts in participatory architecture, this paper aims to interpret their writings through a methodological view in order to achieve not only a defense of user participation, but also different paths to implement it. In presenting the results, the various approaches are systematized according to their methodological elements (roles of professionals and residents, stages, and instruments). The discussion addresses the conceptual background of each proposal and the conclusions include a series of recommendations to guide methodological decisions in future participatory interventions based on contextual requirements and the professional practice perspectives.

### Keywords:

architectural design; public space; methodology; citizen participation; architectural theory

- ✦ Arquitecto, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina).  
Doctor en Arquitectura, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina).  
Becario doctoral CONICET, Instituto de Investigación de la Vivienda y el Hábitat (INVIHAB) bajo la dirección de Ana Falú.  
Becario posdoctoral AUIP, Universidad de Sevilla (España) bajo la dirección de Esteban de Manuel Jerez, Investigador asistente del CONICET, Centro de Estudios del Habitar Popular (CEHP) de la Universidad Nacional de Avellaneda bajo la dirección de Miguel Ángel Barreto.  
Profesor de Historia de la Arquitectura, Universidad Nacional de Avellaneda.  
Profesor invitado, maestría de Gestión y Desarrollo Habitacional de la Universidad Nacional de Córdoba.  
◆ <https://scholar.google.com.ar/citations?user=kACxOMYAAAAJ&hl=es&oi=ao>  
📄 <https://orcid.org/0000-0002-3994-2607>  
✉ [juansantiagoarapalero@gmail.com](mailto:juansantiagoarapalero@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

Se busca contribuir a la superación de un problema recurrente en los procesos participativos: la ausencia de una sistematización metodológica. Trata de un obstáculo subestimado, muchas veces opacado por otras condicionantes como la obtención de los recursos o la sostenibilidad de los procesos sociales a lo largo del tiempo. Aunque, paradójicamente, la ausencia de metodologías precisas ralentiza los procesos prácticos, dificulta su sostenibilidad en el tiempo y puede dilapidar los escasos recursos disponibles.

Si bien existe una multiplicidad de textos que ponen el foco sobre las ventajas conceptuales de la participación, es limitada la bibliografía que contribuye a su implementación práctica. Este trabajo toma como punto de partida las ventajas conceptuales de la participación, pero busca avanzar hacia uno de los aspectos en los que se detecta mayor grado de improvisación. Plantea, por un lado, revertir esa sensación de comenzar siempre desde cero y, por otro lado, trascender la reiteración de un repertorio acotado de prácticas apoyadas en nociones generales y rutinarias. El abordaje de este vacío epistemológico resulta fundamental si se considera que las críticas más frecuentes a la participación recaen sobre su aplicación práctica. Mientras que algunos cuestionamientos suponen que complejiza los procesos y estira los plazos, las críticas más agudas alertan sobre el riesgo de subestimar a los participantes, ya sea desde la manipulación o desde posturas demagógicas. Una mala elección metodológica puede estancar la riqueza teórica de las propuestas participativas en este tipo de obstáculos prácticos. Ante esta problemática, se trata de esclarecer los caminos con el fin de optimizar la relación entre los medios utilizados y los objetivos propuestos.

La intención de aportar a los aspectos prácticos de la participación no debe confundirse con una postura pragmatista, que desconoce el valor de las investigaciones teóricas. Por el contrario, procura complementar instancias previas de investigación. Este trabajo se desprende de una tesis doctoral que abordó la participación en arquitectura de vivienda desde un punto de vista teórico e histórico (Palero, 2018); en esta instancia de investigación, la revisión de autores y experiencias se encamina hacia aspectos metodológicos que permitan orientar, desde un punto de vista práctico, futuras intervenciones participativas de escala arquitectónica.

Como primera contribución, este trabajo permite extraer una sistematización para procesar diferentes metodologías, señalando las principales variables que determinan el avance de las actuaciones. Este sistema de categorías tiene utilidad como matriz de

análisis para procesar, en futuras instancias de investigación, la propuesta de otros autores, referentes de la participación, pero menos difundidos en el ámbito científico. Un segundo aporte de este trabajo tiene que ver con su utilidad para guiar nuevas intervenciones participativas. Los tres caminos metodológicos sintetizados sirven como mapa de orientación, con sus obstáculos y potencialidades, a partir del cual se desprenden recomendaciones para elegir la metodología por implementar en futuras iniciativas, de acuerdo con el contexto específico de actuación.

El punto de partida de este texto reconoce la posibilidad de elegir entre diferentes maneras de implementar la participación antes de comenzar el proceso. Lejos de rigidizar la voluntad colectiva, esta planificación previa permite priorizar distintas facetas de la participación en función de las condicionantes del contexto y el posicionamiento profesional ante las transformaciones del ambiente.

Si bien los autores estudiados pretendían trascender los límites de las escalas de diseño, esta investigación se centrará en los aportes realizados dentro de la escala arquitectónica, incluyendo allí, intervenciones en el espacio público, equipamientos, viviendas individuales o conjuntos habitacionales. Partiendo de una definición amplia, la participación implica abrir el proceso de toma de decisiones con respecto a actividades o productos que se prevé realizar, con el fin de propiciar el involucramiento de una multiplicidad de actores que no pertenecen al ámbito técnico o político donde comúnmente se toman dichas decisiones. En la arquitectura, la participación implica incorporar en la actividad proyectual, en la gestión o en la construcción, actores usualmente marginados de dichos procesos.

Por lo general, los aspectos metodológicos de la participación en arquitectura suelen estudiarse a partir de la revisión de una intervención (Fernández Castro, 2010; Hidalgo Molina & Arcos Aspiazú, 2018; Mitchell et al., 2020) o de varias experiencias puntuales (Murillo & Schweitzer, 2011; Di Siena, 2019). Particular atención debe brindarse al trabajo coordinado por Romero et al. (2004), quienes sintetizan cuatro metodologías de diseño, incluyendo las propuestas de Habraken y Alexander. Como aporte al camino iniciado por estos trabajos, se propone sumar una sistematización más ordenada. El trabajo coordinado por Romero et al. (2004) realiza una presentación general de las metodologías, mientras que en este caso se plantea sistematizarlas a partir de sus elementos metodológicos. En lugar de repasar una selección de temas de distinta índole, la intención es atravesar las propuestas por una misma matriz basada en elementos

que pueden considerarse constitutivos de toda metodología. Por otra parte, el capítulo citado se basa solo en los libros principales de Alexander y Habraken, mientras que en el presente trabajo se incorporan las recomendaciones prácticas encontradas en otras fuentes bibliográficas de estos autores como entrevistas, artículos académicos y revisiones posteriores a proyectos realizados (Alexander, 1978; Habraken, 1986; Habraken, 2002).

La síntesis iniciada por Romero et al. (2004) quedaría incompleta sin sumar el aporte de Turner, nunca del todo valorado en los debates arquitectónicos. Turner, Habraken y Alexander señalan tres caminos divergentes y contrastantes dentro de la participación en Arquitectura. Son metodologías pioneras, surgidas en

un mismo momento histórico marcado por la difusión de la participación en ámbitos científicos y posteriormente continuadas y enriquecidas por investigadores de todo el mundo. Este ejercicio de síntesis exige pasar por alto algunas metodologías posteriores similares o derivadas de estas búsquedas. Se establecen así, tres caminos en un sentido amplio, que no están orientados a un solo tipo de intervención, y que pueden considerarse representativos de metodologías similares, con lo cual se dejan de lado otro tipo de métodos más específicos, como el propuesto por Rodolfo Livingston para diseñar la vivienda unifamiliar, la arquitectura de sistemas de Fermín Estrella o los ciclos de Lawrence Halprin y la propuesta de Fabio Márquez para las transformaciones del espacio público, por mencionar solo algunos ejemplos.

## METODOLOGÍA

Para definir estos tres caminos que permiten abordar la participación, se revisaron los textos producidos por Turner, Habraken y Alexander durante las décadas del sesenta y el setenta y se encontraron similitudes y diferencias metodológicas. En la presente etapa de investigación se retomaron estos textos pioneros de la participación en arquitectura para extraer claves metodológicas que permitan brindar mayores precisiones sobre la implementación práctica de estrategias participativas.

Con base en técnicas de investigación bibliográfica de búsqueda, procesamiento, análisis y síntesis del corpus teórico de estos tres autores, la información se sistematizó en función de las dos categorías iniciales propuestas por la red internacional Arquitecturas Colectivas (Baiges, 2014): actividades e instrumentos. A lo largo de la investigación, estas categorías iniciales se convirtieron en elementos, a modo de variables más precisas y de mayor utilidad a la hora de orientar las acciones. La categoría “actividades” se desglosó según roles y etapas para aclarar quiénes intervienen en las acciones y en qué momento.

Con respecto a los “roles”, se propuso acotar la sistematización a los actores básicos e indispensables que forman parte de un proceso participativo en arquitectura (técnicos y habitantes). Las etapas permiten contemplar el factor temporal, es decir, en qué instancias se despliegan los diferentes roles a lo largo del tiempo. Por último, la categoría “instrumentos” no requirió mayores adaptaciones, aunque se debe aclarar que no se trata solamente de herramientas tangibles, sino también de técnicas en su sentido más amplio, siguiendo el criterio que utilizan las ciencias sociales al referirse a la participación. Se incluyen en el elemento

“instrumentos” tanto los constructos materiales y tangibles como las dinámicas grupales y técnicas inmateriales que permiten mediar la interacción entre participantes.

La hipótesis de este trabajo reconoce que una lectura transversal de la obra publicada de Turner, Habraken y Christopher Alexander, incluso cuando se concentre en aspectos teóricos y conceptuales, incluye una serie de recomendaciones metodológicas que permiten previsionalizar tres posibles caminos para plantear la participación en procesos de transformación del ambiente construido de escala arquitectónica. Las principales diferencias entre estas propuestas metodológicas pueden reconocerse a partir de cuatro variables: rol de los técnicos, rol de los “usuarios”, etapas e instrumentos.

Cabe aclarar que el término “usuarios”, si bien respeta la terminología empleada por los autores, resulta algo anacrónico y acotado por fuera de los textos sobre disciplinas proyectuales de las décadas del sesenta y el setenta. Este trabajo, para reflejar una visión integral, nutrida desde diferentes disciplinas, prefiere utilizar términos como “pobladores”, “habitantes” o —simplemente— “vecinos”.

Para exponer los resultados de este periodo de trabajo, se propone comenzar con una breve descripción de la metodología empleada por cada autor. Posteriormente, se especifica cómo se desenvuelven los diferentes elementos metodológicos. En la discusión se ensayan algunas reflexiones sobre los criterios que orientan las acciones en cada metodología y como cierre del trabajo se incluye una serie de conclusiones comparativas y recomendaciones sobre los diferentes caminos presentados.

## RESULTADOS

### Turner y el protagonismo de los habitantes

El arquitecto inglés John Turner se radicó en Perú en 1957, donde entró en contacto con la nueva mirada que proponía la antropología latinoamericana sobre los asentamientos informales. Mientras la prensa sensacionalista de la época consideraba los asentamientos como pozos de desesperanza, Turner se inspiraba en Patrick Geddes para entenderlos como obras colectivas en constante transformación. La influencia del biólogo escocés, conocido por acuñar el término *conurbación* y por el énfasis en el estudio (*survey*) de la región, resultó determinante para Turner por concebir la ciudad como un organismo en constante evolución que anclaba sus transformaciones físicas sobre las dinámicas del tejido cívico. En ese mismo sentido, el aporte de Turner implicaba un cuestionamiento de las políticas centradas en la provisión de viviendas mínimas estandarizadas, pero también sirvió para cuestionar un modo de actuación profesional centrado en una concepción idealizada del diseñador.

Si bien Turner fue cambiando su propuesta metodológica a lo largo del tiempo, mantuvo como constante el protagonismo de los habitantes (*dweller control*) a la hora de diseñar, gestionar y construir. En líneas generales, puede afirmarse que las ideas de Turner avanzaron desde la acción focalizada en la autoconstrucción asistida de viviendas hacia estrategias cada vez más integrales y flexibles, en las que cobraba mayor centralidad la iniciativa de los vecinos.

### Rol de los técnicos

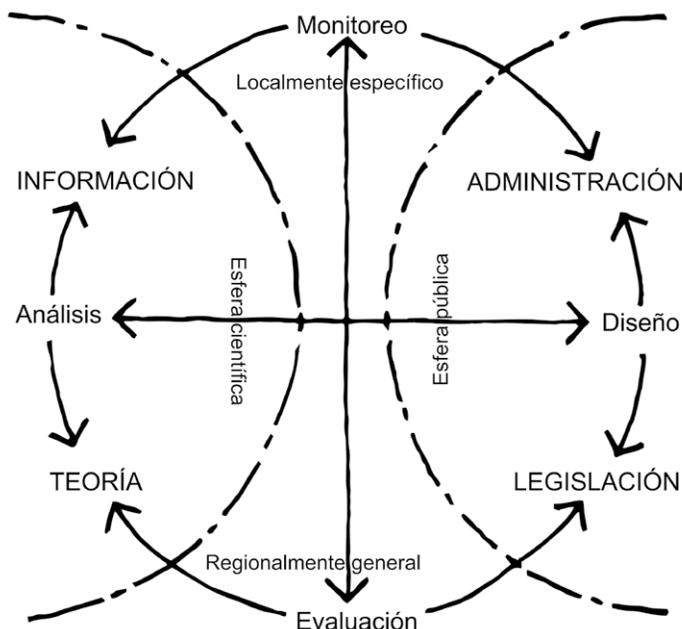
A medida que Turner se alejaba de la autoconstrucción asistida, se apoyaba en Patrick

Geddes para recuperar una visión holística de transformación gradual de la ciudad. Desde este punto de vista, los técnicos conformaban equipos multidisciplinarios, capaces de incidir en problemas complejos, tal como expresaban sus gráficos, con clara influencia de Geddes. Según esta metodología, los profesionales se desenvolvían en una constante interrelación de ámbitos políticos y científicos, y sus tareas combinaban el diseño de estrategias habitacionales (programas, políticas, proyectos), el monitoreo, la evaluación y finalmente el análisis para producir teoría e información (figura 1). Dentro del ámbito científico, situaba la producción de información y teoría, mientras que el diseño de estrategias (mucho más amplio que el diseño arquitectónico) se ejercía desde la esfera política, relacionando aspectos administrativos y legales.

Según Turner (1976), el rol del técnico se orientaba a facilitar los procesos que realizaban los pobladores para mejorar el hábitat; por eso, en diferentes textos insistía en la necesidad de diversificar la oferta de componentes que los vecinos combinaban a la hora de buscar soluciones a su situación habitacional. Las políticas, por ende, debían ampliar la oferta de componentes como suelo, financiamiento, materiales y conocimiento técnico, para que cada habitante pudiera combinarlos según sus necesidades y requerimientos.

Escapando a una mirada demasiado liberal e individualista, en algunas entrevistas recientes, Turner mencionaba la necesidad de sistematizar buenas prácticas y experiencias colectivas, en la modalidad de caja de herramientas (Chávez et al., 2000). Con lo cual, más allá de la iniciativa personal de cada vecino por mejorar su vivienda, incorporaba un creciente interés por experiencias urbanas de autogestión colectiva.

**Figura 1.** Ámbitos de acción de los técnicos



**Fuente:** reelaboración propia sobre un gráfico de Turner (1977, p.167).

### Rol de los habitantes

La propuesta metodológica de Turner se apoyaba en una visión humanista con notable admiración por las capacidades del ser humano para superar situaciones adversas. Por eso, afirmaba que la población, cuando cuenta con los recursos necesarios, construye bien. Incluso mejor de lo esperado por los técnicos. El papel de los vecinos no implicaba grandes cambios con respecto al constante mejoramiento gradual de las condiciones habitacionales que han realizado a lo largo de la historia. El ahorro, la capacidad de gestión, la autoconstrucción en tareas sencillas y la conformación de redes para abordar la provisión de infraestructuras pasarían a formar parte de la estrategia. La diferencia radicaría en que, apoyados en políticas habitacionales integrales, los habitantes contarían con marcos normativos y recursos que potencien su acción.

### Etapas

En los textos de Turner no puede apreciarse una secuencia lineal de etapas. Por el contrario, la acción sigue un recorrido circular ascendente de retroalimentación constante, tal como lo expresaban algunos de sus gráficos. Más que

una organización en etapas, Turner proponía avanzar a partir de una serie de preguntas.

En primer lugar, era relevante preguntarse cuáles eran los recursos necesarios para las transformaciones del hábitat construido requeridas. Una vez identificados esos recursos, Turner proponía preguntarse qué tipo de organizaciones (verticales, horizontales, mixtas) se requerían para mejorar su control, para decidir sobre ellos. Luego, establecía una relación entre el tipo de provisión y la variedad requerida, preguntando qué tipo de organización se necesitaba para responder a la diversidad socioeconómica y cultural de los actores involucrados. Por último, Turner terminaba de definir qué tipo de organizaciones de provisión y control debían conformarse preguntando hasta qué punto la participación aumentaría la tolerancia ante los desajustes generados entre la prioridad de los usuarios y la arquitectura obtenida (Turner, 1977, p. 145).

Sin ahondar en el carácter apaciguador que cobra la participación en este último interrogante, es importante destacar que la metodología de Turner no reconocía un camino estructurado, sino una especie de juego continuo y gradual en el que era necesario decidir quiénes proveen y quiénes administran los recursos (figura 2).

**Figura 2.** Gráfico sobre provisión y administración de recursos en el hábitat

|                       |                      | <b>¿QUIÉN APORTA?</b>                                |  |
|-----------------------|----------------------|--|--|
|                       |                      | <b>ORGANIZADORES</b>                                 | <b>USUARIOS</b>                                      |
| <b>¿QUIÉN DECIDE?</b> | <b>ORGANIZADORES</b> | 1- Los organizadores deciden y aportan.              | 2- Los organizadores deciden y los usuarios aportan. |
|                       | <b>USUARIOS</b>      | 4- Los usuarios deciden y los organizadores aportan. | 3- Los usuarios deciden y aportan.                   |

**Fuente:** reelaboración propia sobre un gráfico de Turner (1977, p.148).

Dentro de este tipo de procesos graduales, propios de toda estrategia habitacional, Turner exploró una serie de instrumentos, con diferente énfasis de acuerdo con las particularidades del ámbito de actuación. En líneas generales, todos contribuyen a ampliar el repertorio de componentes disponibles para su combinación en políticas habitacionales. Para obtener una noción más específica, se rescatan a continuación cuatro ejemplos destacados

por su continuidad en el trabajo de aquellos técnicos y organizaciones que siguen las ideas de Turner.

### Instrumentos

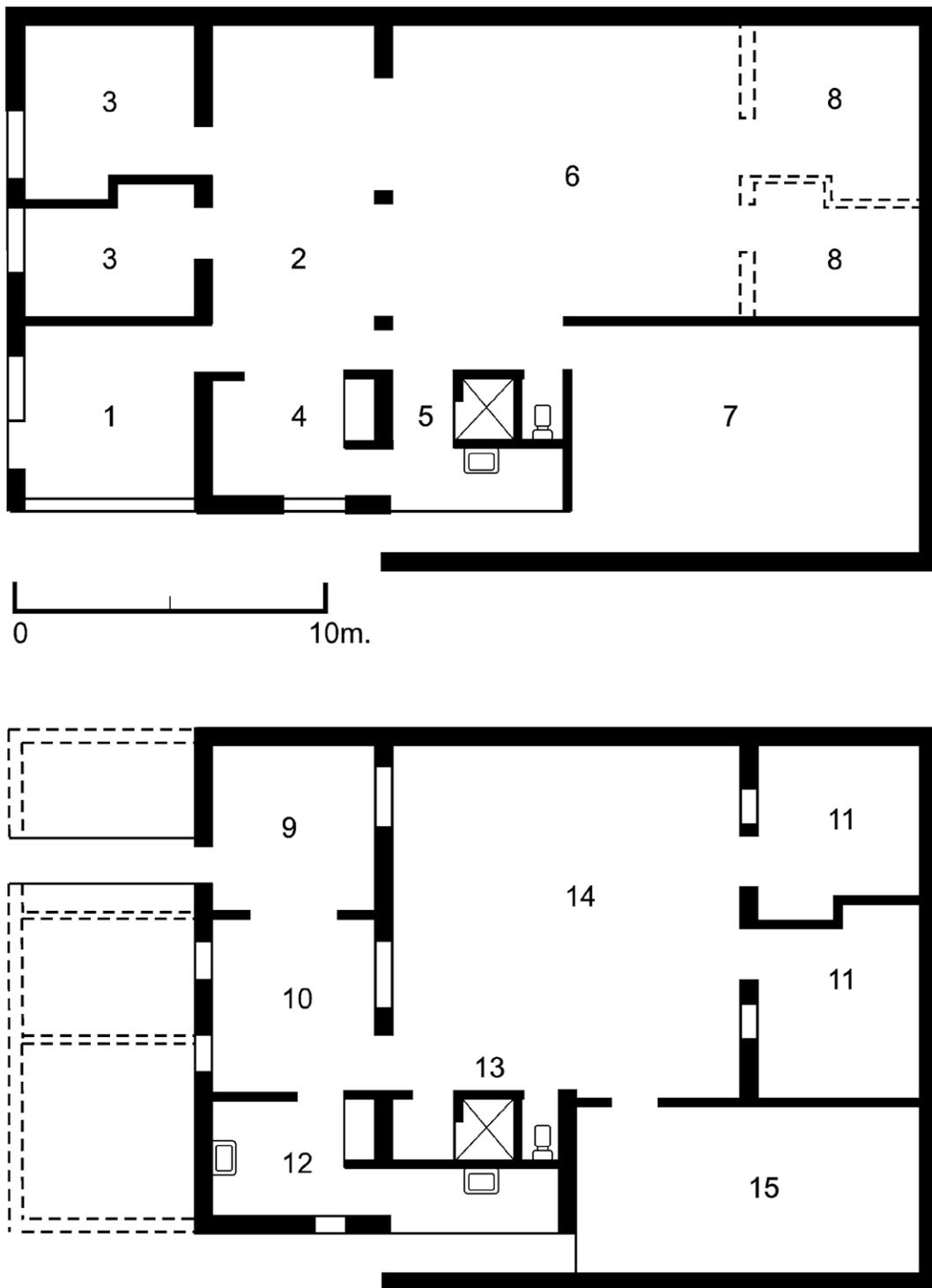
*Organigramas complejos:* Las estrategias propuestas por Turner evidenciaban la continuidad de las ideas de Geddes en cuanto a la intención de utilizar instrumentos que contri-

buyeran a superar la fragmentación del conocimiento y el carácter estático de la información. Este antecedente del pensamiento complejo, que buscaba integrar múltiples dimensiones de estudio en secuencias dinámicas, se aprecia en las tablas y gráficos que Turner incorporaba para ilustrar sus textos. En ellos, podían apreciarse imágenes con flechas en diferentes sentidos y conceptos escritos con distintos tipos de fuentes para expresar diversas jerarquías, con múltiples direcciones de lectura (figura 1).

*Recursos tipológicos de la arquitectura vernácula:* Además de la mirada compleja y multidisciplinar del hábitat, Turner se inspiraba

en Geddes para recuperar soluciones espaciales arraigadas en la tradición constructiva vernácula. Turner mostró admiración por la construcción rural del Perú en sus primeros artículos académicos (Turner, 1963), y en algunos de sus proyectos posteriores reinterpretó detalles tipológicos de la vivienda tradicional. Por lo general, esta reinterpretación de lo vernáculo avanzaba en una actitud pragmática de simplificación y ahorro lejana a cualquier romanticismo, algo que puede constatar en el uso de la “cocina ramada” (exterior y semicubierta) para reducir los costos del proyecto de Villa los Ángeles (Gyger, 2013, p. 412) (figura 3).

**Figura 3.** Arriba: prototipo para población rural con la cocina ramada (4).  
Abajo: prototipo para población urbana

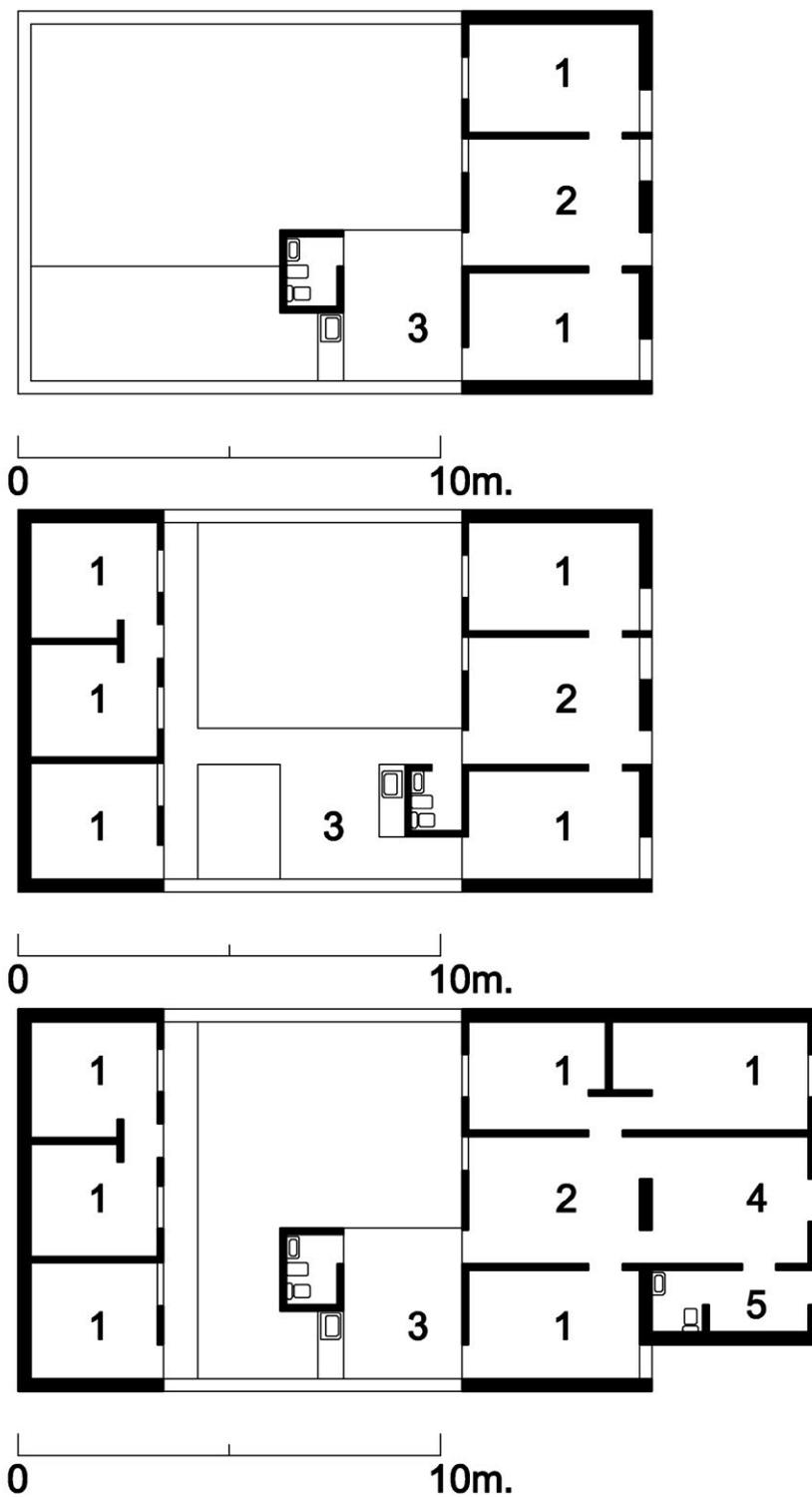


**Fuente:** reelaboración propia sobre un gráfico de Turner (1963, p. 391).

*Prototipos flexibles:* Durante su periodo de trabajo en Perú, Turner exploró las posibilidades de adaptabilidad y crecimiento que brindaban los módulos habitacionales mínimos. En algunos casos, estos prototipos cambiaban según las cualidades socioculturales de los destinatarios; por ejemplo, con alternativas para población de origen rural o urbana (Cyger, 2013, p. 371) (figura 3). En la mayoría de los casos, una misma tipología permitía diferentes alternativas de crecimiento; aunque cobraron mayor trascendencia las alternativas que diversificaban la

inversión inicial dentro de una misma tipología. Un módulo básico sin terminaciones se destinaba a familias con poca capacidad de ahorro, mientras que para las familias que tuvieran la posibilidad de cubrir un monto inicial más elevado había alternativas de la misma tipología arquitectónica, pero con mayor grado de terminación y mayor superficie; con ello, los habitantes participaban en la elección del prototipo y en el gradual completamiento de aquella porción de la construcción que no podía cubrirse con la inversión inicial (figura 4).

**Figura 4.** Prototipos de Villa Los Ángeles con diferente grado de terminación y cocina ramada exterior (3)



**Fuente:** reelaboración propia sobre una imagen de Cyger (2013, p. 412).

*Planillas de seguimiento:* En la reconstrucción posterior al terremoto de Arequipa de 1958, Turner tuvo la ocasión de poner en práctica un programa de autoconstrucción asistida de viviendas. Estas ideas se difundieron por Latinoamérica a partir de un manual donde se sintetizaban algunas experiencias desarrolladas en Puerto Rico (Chávez et al., 2000). Como herramientas reconocibles de este tipo de prácticas suelen destacarse las múltiples planillas orientadas a programar y constatar el avance de los proyectos. De la experiencia de Turner en Arequipa pueden mencionarse tres tipos de planillas: de diagnóstico, de provisión y de avance. Cada una, con un color diferente, buscaba dejar registro cuantitativo en pos de una mejor administración de los recursos. Estas fichas individualizadas no difieren sustancialmente de las planillas actualmente utilizadas en programas de mejoramiento, donde los técnicos registran la localización y las tareas por realizar en cada vivienda, la provisión de recursos y el avance a lo largo del tiempo.

### Habraken y la complementariedad de dominios

Nacido en Indonesia y formado en los Países Bajos, Habraken compartía con Turner la concepción del entorno construido como un proceso continuo. A partir de la crítica hacia los grandes conjuntos de vivienda moderna construidos en la periferia, desarrolló una metodología clara para arribar a un resultado formal diverso manteniendo las especificidades disciplinares. Más que prever un trabajo conjunto entre técnicos y habitantes, delimitó sus dominios de incumbencia. Los técnicos diseñarían una parte del conjunto de viviendas, el soporte, mientras que los pobladores terminarían de decidir sobre las unidades separables que conformaban la organización de su vivienda.

Esta idea les permitió a Habraken y a su equipo, conocido como el S.A.R. (*Stichting Architecten Research*), entender la totalidad del ambiente como una secuencia de acuerdos entre diferentes actores. Los técnicos diseñaban una parte de la arquitectura tomando todas las previsiones necesarias en cuanto a la coordinación dimensional y la diversificación técnica para que los habitantes pudieran continuar el proceso según sus propias necesidades y posibilidades. Esta idea de proyecto abierto e inconcluso continúa vigente en la línea de investigación conocida internacionalmente con el nombre de Open Building.

### Rol de los técnicos

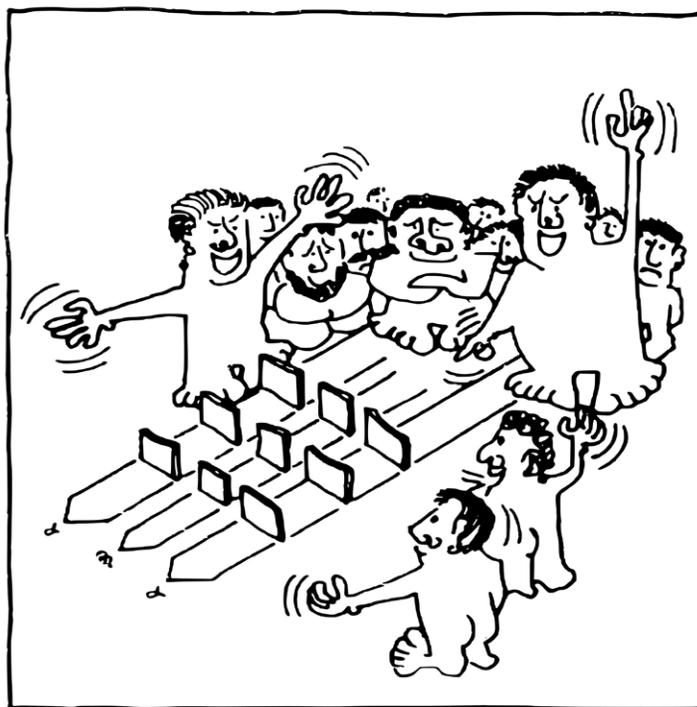
La propuesta metodológica de Habraken no pretendía cambiar radicalmente el rol de los profesionales en nombre de la transdisciplinariedad (Habraken, 1986). Tampoco transformaba a los técnicos en maestros de ceremonias capaces de guiar una serie de dinámicas grupales. Si bien no impedía la interacción entre diseñadores y habitantes, no era imprescindible generar encuentros donde se pusieran de acuerdo los diferentes criterios involucrados. Por el contrario, dividía el proceso de decisiones para que cada criterio pudiera incidir en una instancia diferente, avanzando desde lo general a lo particular. La metodología propuesta por Habraken y el S.A.R. organizaba el proceso gradual de transformación del ambiente según una secuencia sucesiva de acuerdos que quedaban plasmados en piezas gráficas. Este camino requería un esfuerzo de coordinación en búsqueda de la diversificación de los resultados, dado que las decisiones en los niveles superiores condicionaban la generación de alternativas en los niveles inferiores. El desafío para los técnicos no era encontrar un diseño perfecto. Por el contrario, la capacidad de un diseñador se ponía en juego a la hora de producir la mayor cantidad de alternativas y variaciones posibles para las instancias o niveles inferiores a su ámbito de actuación.

### Rol de los habitantes

Habraken desconfiaba de las propuestas de participación donde los vecinos estaban obligados a transformarse repentinamente en diseñadores improvisados (Habraken, 1979, p. 20). Esto no quiere decir que otorgaba a los pobladores un rol pasivo. Por el contrario, el proceso de diseño de Habraken quedaba totalmente incompleto sin el aporte sucesivo de los habitantes, quienes, además de decidir la disposición inicial de la arquitectura (figura 5), tenían la posibilidad de transformarla a lo largo de los años.

Como un detalle cuestionable, podría afirmarse que esta metodología permitía que los vecinos definieran su entorno más inmediato sin brindarles la posibilidad de incidir en otras decisiones de mayor escala, como la organización de los barrios, la ciudad o la región. Sin embargo, Habraken no era concluyente con respecto a este punto, e incluso dejaba abierta la posibilidad de transformar cada etapa de diseño en una instancia amplia de negociación.

**Figura 5.** Ilustración utilizada por Habraken para mostrar una instancia participativa, donde un grupo delibera alrededor de un esquema de zonas y márgenes



**Fuente:** Habraken (1979, p. 72).

## Etapas

Inicialmente, Habraken y el S.A.R. ensayaron su metodología en conjuntos de vivienda. La idea general proponía dividir la arquitectura en dos dominios, uno colectivo y estable (soporte) frente a otro individual y dinámico (unidades separables). Como primer paso, los técnicos debían configurar los soportes, es decir, las partes de la arquitectura que no podrán transformarse con facilidad a lo largo del tiempo. Por ejemplo, se establecía la distancia entre los elementos estructurales, se definían zonas de mayor o menor flexibilidad y se generaba un catálogo de alternativas que evidenciaba las variaciones que permitía el soporte. En un segundo paso, que incorporaba a los habitantes, se procedía a decidir entre las alternativas abiertas en el paso anterior. Pero el proceso no terminaba al elegir la disposición inicial de la arquitectura, sino que continuaba a lo largo de toda la vida útil de los espacios, cuando los vecinos transformaban la arquitectura según los requisitos de la vida cotidiana.

Extrapolando estos criterios a la escala más amplia del ambiente construido, Habraken identificó toda una secuencia de escalas que avanzaba desde las decisiones sobre la ciudad en la región hasta el equipamiento de las habitaciones. De este modo, cualquier intervención podía decidirse a partir de una serie de instancias sucesivas. No se trataba de dividir el ambiente según las escalas de incumbencia de las diferentes disciplinas proyectuales. Por el contrario, eran instancias de negociación entre miradas, aunque en ocasiones estas miradas estaban abocadas a distintas escalas específicas. En toda la secuencia se cumple

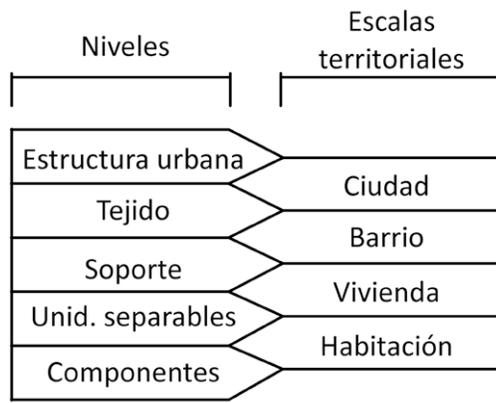
el mismo criterio: cuantas más alternativas permitan las decisiones que se tomen en un nivel, mayor diversidad, flexibilidad y adaptabilidad se obtendrá en el nivel de decisión inferior. Dentro de esta estrategia, se muestran a continuación cuatro instrumentos clave que, ordenados desde lo general a lo particular, permiten organizar el proceso y resolver aspectos del diseño.

## Instrumentos

**Niveles:** Los niveles constituían una secuencia anidada de capas de diferente escala. Las escalas superiores condicionaban a las subsiguientes en un proceso de toma de decisiones que avanzaba desde los aspectos más generales del ambiente hacia lo particular y sus detalles. La resolución de cada nivel requería la convergencia de diferentes miradas, apoyadas en distintos campos de conocimiento. Por ejemplo, entre la escala de planificación regional y la planificación urbana, Habraken identificaba el nivel de la estructura urbana. Del mismo modo, entre el diseño de la vivienda y el diseño de interiores, Habraken ubicaba las unidades separables, es decir, aquellas partes de la vivienda que podían ser fácilmente modificables por los habitantes (Habraken, 2002) (figura 6).

Habraken no era taxativo con respecto a qué actores intervenían en cada instancia de negociación. En la interpretación más estrictamente apegada a las incumbencias disciplinares, los usuarios podían incorporarse al proceso a la hora de decidir y transformar la disposición de las unidades separables.

**Figura 6.** Niveles articulando las diferentes escalas territoriales



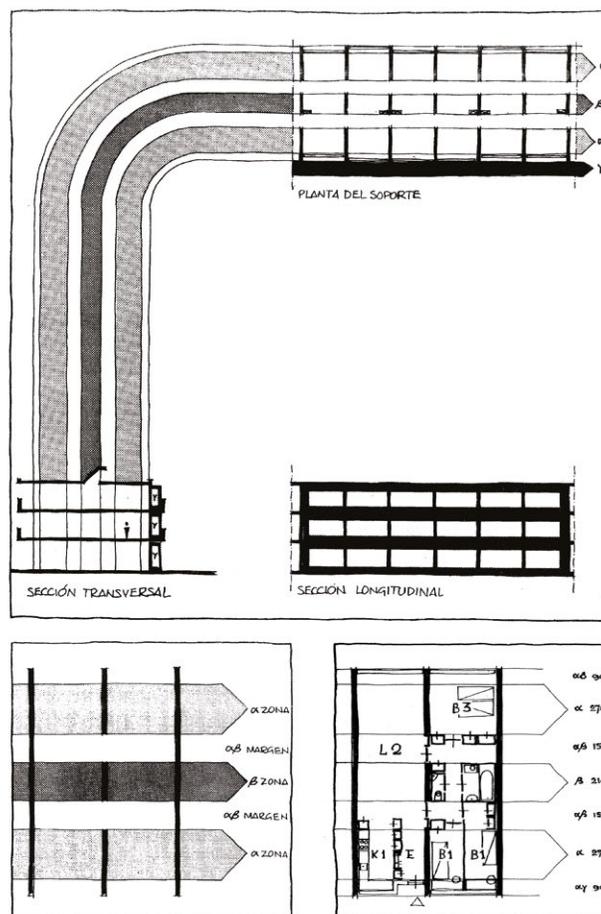
**Fuente:** reelaboración propia sobre un gráfico de Habraken (2002, p. 8).

*Zonas y márgenes:* Para decidir el nivel del soporte, es decir, aquellas partes del edificio cuya transformación implica afectar intereses colectivos, Habraken proponía identificar áreas con mayor o menor nivel de flexibilidad y adaptabilidad. En los conjuntos lineales de vivienda, como bloques o tiras de vivienda, Habraken delimitaba una serie de áreas alineadas que conformaban bandas o franjas atravesando longitudinal y verticalmente la totalidad del edificio. Por ejemplo, la ubicación de baños y cocinas suele definir zonas de menor flexibilidad, por estar condicionadas por los requisitos de las instalaciones. A su vez, entre las diferentes

zonas se ubicaban los márgenes que facilitaban transiciones y posibles cambios dimensionales. Las zonas y márgenes podían leerse tanto en planta como en alzado y constituían una pieza gráfica previa a la distribución de las unidades separables (figura 7).

Evidentemente, este instrumento se orientaba específicamente a la resolución del soporte en conjuntos de vivienda, pero su intención de identificar áreas con diferente grado de flexibilidad como paso previo al diseño de las plantas, requiere pocas adaptaciones a la hora de encarar otro tipo de programas arquitectónicos.

**Figura 7.** Zonas y márgenes

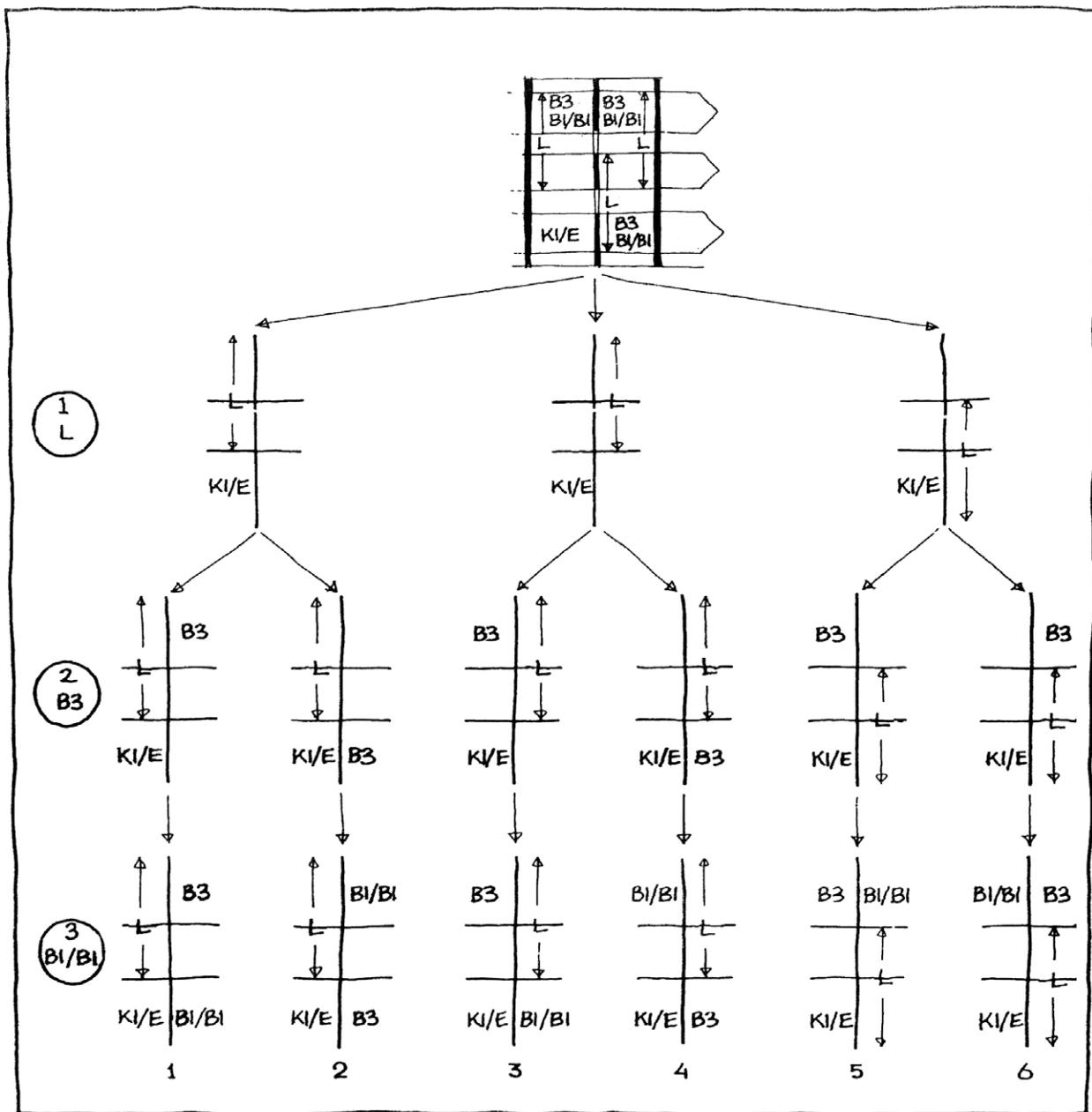


**Fuente:** Habraken (1979, p. 102).

**Árbol de variantes:** En la instancia de diseño del soporte, para el caso específico de conjuntos de vivienda colectiva, Habraken sugería utilizar un esquema arborescente donde quedaban plasmadas las diferentes opciones de organización tipológica. La elección de una determinada distancia entre los elementos estructurales, la ubicación de las instalaciones, las circula-

ciones colectivas y los elementos comunes a la totalidad de los habitantes en el conjunto condicionaban las posibilidades de organización inicial y las futuras transformaciones de cada vivienda individual. El resultado obtenido era más diverso y dinámico cuanto más amplia era la gama de posibilidades que brindaba el árbol de variantes (figura 8).

**Figura 8.** Árbol de variables

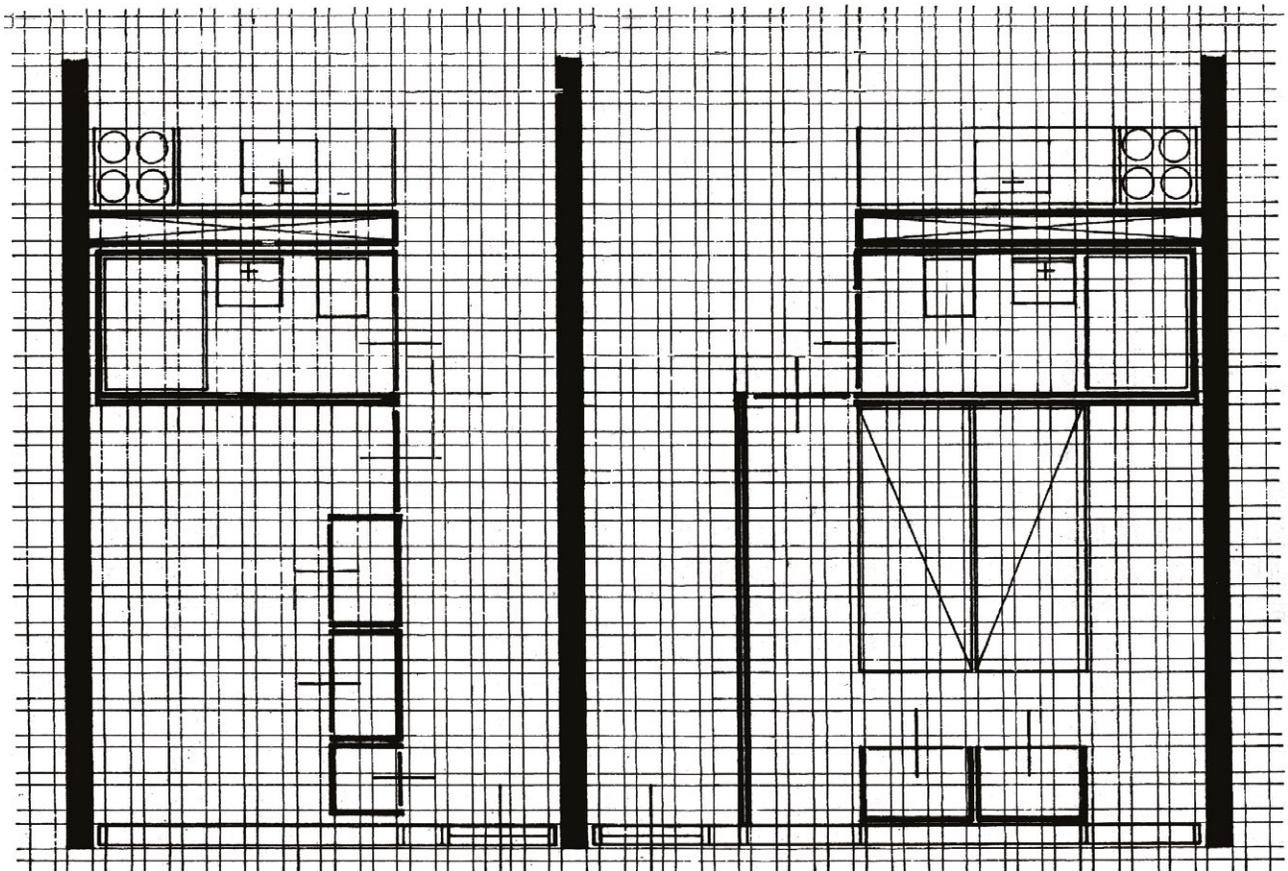


**Fuente:** Habraken (1979, p. 86).

**Malla tartán:** El diseño sistemático de las unidades separables, que posteriormente los habitantes podrían disponer a voluntad, requería la convergencia de diferentes profesiones: la ingeniería, que resolvía estructuras e instalaciones; la arquitectura, que definía dimensiones y zonas del soporte, y los diseñadores industriales, abocados a la escala del mobiliario. Para ello, Habraken proponía el uso de una malla tartán

que conciliaba la medida modular de las estructuras con las escalas arquitectónicas y del mobiliario en una trama con intervalos de treinta, veinte y diez centímetros (figura 9). Si bien este instrumento ha quedado desactualizado en la era de la informática, una interpretación actual exige optimizar la coordinación dimensional entre las diferentes disciplinas que intervienen en el proyecto.

**Figura 9.** Malla tartán



**Fuente:** Habraken (1979, p. 116).

### Alexander y la combinación de soluciones intemporales

Christopher Alexander nació en Austria, estudió matemáticas y arquitectura. Desde la efervescencia intelectual de los campus universitarios de Norteamérica, cuestionó el dogmatismo de la arquitectura moderna combinando en su crítica diferentes campos del conocimiento como las ciencias exactas, la sociología e incluso las filosofías orientales.

Alexander indagó en la arquitectura tradicional para buscar soluciones espaciales tipificadas (patrones) que sirvieran para diseñar, mediante su combinación, espacios con profunda raigambre cultural. Sin embargo, el mayor aporte teórico a la arquitectura participativa radica en su propuesta de articulación de estos patrones. Alexander programaba una serie de dinámicas grupales, como el mapeo colectivo, la interacción en el sitio, la inmersión antropológica a modo de convivencia, la encuesta y el uso de formularios, donde el técnico guiaba el diálogo con los usuarios para arribar a un proyecto que reunía los anhelos más profundos de los participantes.

#### Rol de los técnicos

En los textos de Alexander, el rol técnico era asumido por profesionales formados en disciplinas proyectuales, aunque la constante

intención de Alexander por superar las divisiones epistemológicas permite inferir la posibilidad de conformar equipos interdisciplinarios. Evidentemente, el rol profesional requerido era completamente diferente a lo que Alexander consideraba la formación habitual en diseño. Requería un proceso de reaprendizaje. Se trataba de un perfil profesional formado en la interdisciplina, habituado al diálogo y la escucha para garantizar una apertura hacia lo emergente. Debía ser lo suficientemente rebelde como para cuestionar ciertas estructuras mentales heredadas, pero, a su vez, sensible y culto como para distinguir y recuperar del pasado aquellas soluciones arraigadas en la cultura humana. Provistos de estas capacidades, los técnicos se convertían en una suerte de cicerones que acompañaban a los habitantes a lo largo de todo el proceso.

#### Rol de los habitantes

Según la metodología de Alexander, los habitantes del lugar se integraban a una serie de dinámicas guiadas por los técnicos. Estas actividades se orientaban a superar una visión esquemática de la participación como simple consulta. Es decir, que los vecinos no se limitaban a dar su opinión con respecto a diferentes soluciones espaciales previamente establecidas. Por el contrario, la elección y la traducción de dichas soluciones exigían

un trabajo fluido entre los técnicos y los diferentes actores involucrados para despojarse de las ataduras de las modas y de los prejuicios culturales que Alexander consideraba superficiales. En ese sentido, las dinámicas lúdicas y el diálogo distendido permitían actuar por fuera de ciertas estructuras que restringen el pensamiento y la acción humana.

### Etapas

La propuesta metodológica de Alexander tenía como eje el diagnóstico constante, reflexivo y situado. A partir de la experiencia en el sitio, comenzaba un proceso de diálogo entre técnicos y habitantes para elegir qué patrones deberían concatenarse en la porción del ambiente por transformar. Alexander se apoyaba en su propio libro (Alexander et al., 1980) donde compilaba las principales soluciones espaciales que los vecinos podían combinar. Sin embargo, aclaraba que los patrones eran hipotéticos y provisorios, dejando la puerta abierta para que los mismos participantes verificaran, eliminaran, reformularan o incorporaran nuevos patrones ausentes en el libro (Alexander, 1971, p. 101; Alexander, 1981, p. 211).

Luego de definir un listado de patrones, se procedía a traducirlos en esquemas gráficos provisorios. Como paso siguiente, técnicos y habitantes se trasladaban al lugar de intervención para corroborar la disposición de los patrones elegidos. Mediante el uso de cuerdas, lienzos, postes y estacas los patrones se ensayaban precariamente en el lugar. Esta etapa combinaba el valor performativo de la construcción colectiva mientras incorporaba en el proyecto las cualidades vivenciales del recorrido en el sitio.

Una vez corroborada o reformulada en el lugar la secuencia de soluciones espaciales que formarían parte de la intervención, se avanzaba sobre las piezas gráficas. Comenzaban a aparecer las primeras volumetrías y perspectivas, aunque todavía no eran planos técnicos, sino más bien imágenes expresivas que buscaban evocar climas y sensaciones. Siguiendo estas prefiguraciones rudimentarias, los equipos de Alexander iniciaban la construcción, tal como un escultor comienza a explorar la materia sin la mediación de planos que congelen y predeterminen la imagen resultante. Una vez concluida la construcción de la obra, era el momento adecuado para afrontar la elaboración de los planos técnicos, como un registro de lo realizado y no como un rumbo por seguir. El proceso no terminaba allí, posteriormente se iniciaba la evaluación de lo construido, para verificar, reparar o reformular los patrones materializados. Por eso, Alexander recomendaba reservar una parte del presu-

puesto inicial disponible para emprender la primera evaluación y reparación de la obra, dando origen a un proceso de sanación continuo. Con algunas variaciones en cuanto a la escala del desafío por encarar, el equipo de Alexander combinaba a lo largo de estas etapas una serie de instrumentos que se sintetizan en el siguiente apartado.

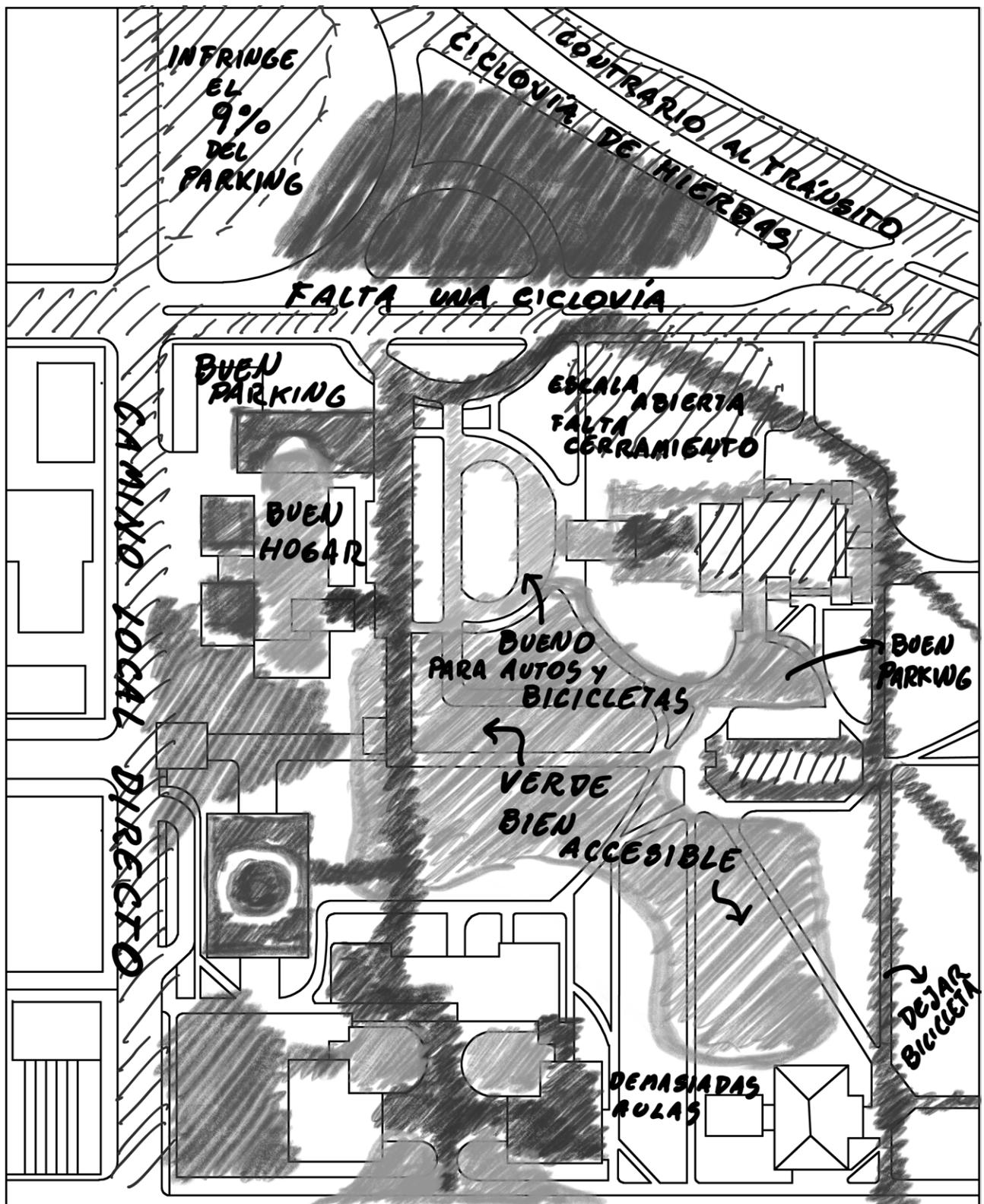
### Instrumentos

*Mapa colectivo denso:* A la hora de afrontar encargos cuya escala y extensión dificultaban el diálogo personal con los habitantes, Alexander proponía realizar una serie de mapas densos, que combinaban datos cuantitativos, información cualitativa, testimonios e interrogantes. Hay que destacar que tenían un valor performativo, ya que su elaboración constituía un verdadero evento de intercambio y construcción grupal. Además, se trataba de una herramienta sin pretensiones estéticas. Por el contrario, se arribaba a una pieza gráfica informal, algo desprolija, que evidenciaba una expresión ágil y fluida (figura 10). Alexander utilizaba como base del mapeo una planimetría rudimentaria, pero solo tomándola como una referencia para la orientación, como un lienzo donde se plasaban múltiples situaciones en diferentes escalas y códigos gráficos (perspectivas, cortes, esquemas).

*Planillas de diagnosis y recolección de propuestas:* En el proyecto para la Universidad de Oregón, Alexander ensayó y sistematizó una metodología que permitía interactuar con instituciones multitudinarias. El equipo de Alexander dividió la diversidad de actores según sus ámbitos de desempeño, donde cada departamento conformaba un circuito de retroalimentación del diseño de aproximadamente quinientas personas. Una vez que los técnicos subdividieron el proceso de diseño en circuitos, cada grupo comenzó a desarrollar una serie de dinámicas para encontrar los patrones que debían combinarse para mejorar ese ámbito de trabajo. Con este fin, además de mapeos por sectores, Alexander propuso una serie de planillas y cuestionarios orientados a recabar información sobre situaciones espaciales conflictivas y patrones existentes que debían reformularse, mantenerse o potenciarse. Para recolectar este diagnóstico disgregado, estableció un buzón por cada circuito, donde cada individuo podía depositar personalmente las planillas.

Una revisión actual de este instrumento permite advertir que la informática contribuye a mejorar este tipo de mecanismos para enriquecer el proceso de diseño de manera remota y asincrónica, sin requerir instancias presenciales de deliberación colectiva.

**Figura 10.** Mapeo de diagnóstico de una porción de la Universidad de Oregón



**Fuente:** reelaboración propia sobre un gráfico de Alexander (1978, p. 98).

*Listado de patrones:* Alexander comenzaba el proceso con la elaboración de un listado abstracto de patrones, nacido del diálogo entre técnicos y habitantes. Esta instancia conceptual, previa a cualquier prefiguración gráfica, apuntaba a comenzar desde un deseo primario, sin condicionamientos visuales. Lejos de apelar a imágenes consagradas y estereotipadas, buscaba partir de la evocación de la vivencia, de la construcción imaginaria de situaciones espaciales imprecisas y abstractas. Frecuentemente, Alexander avanzaba de lo general hacia lo particular. Comenzaba con los patrones de carácter urbano, pasando por los referidos a la arquitectura, para arribar a

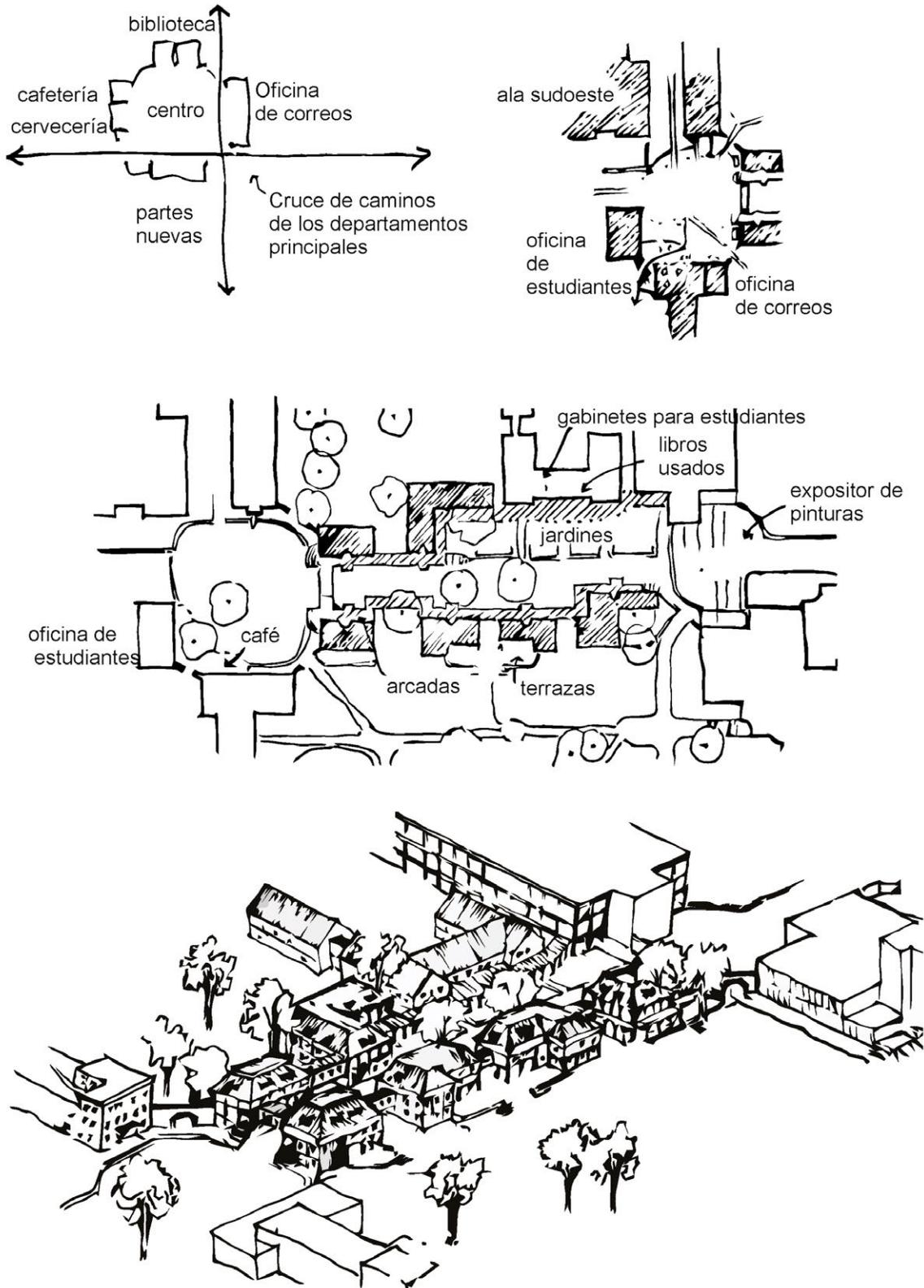
los relacionados con la construcción. Aunque, otra lógica posible era organizar el listado respetando el sentido cotidiano de aproximación y uso hacia los lugares. Por ejemplo, desde los accesos, pasando por las áreas de uso colectivo, hasta las dependencias más íntimas.

*Esquema de patrones:* Para otorgarle un gradual correlato espacial al listado abstracto de patrones, Alexander realizaba una serie de esquemas donde quedaban plasmados los vínculos entre las diferentes soluciones espaciales elegidas (figura 11). Eran gráficos híbridos, a mitad de camino entre lo conceptual y lo

espacial, una mezcla entre cuadro sinóptico y espacialización hipotética en el sitio. Los primeros esquemas eran simplemente globos con palabras sueltas. A lo largo del proceso incorporaban características más ajustadas a la forma física del sitio y los espacios por construir. Si bien Alexander no establecía una codificación gráfica precisa, las flechas daban

a entender las relaciones que se busca potenciar, las líneas de puntos marcaban un vínculo tenue, las cruces o líneas en zigzag aludían a posibles conflictos o cambios abruptos. En síntesis, diferentes recursos gráficos combinados con frases breves para especificar el modo en que se relacionarían los patrones seleccionados en el listado inicial.

**Figura 11.** Secuencia de gráficos para el proyecto de la Universidad de Oregón



**Fuente:** reelaboración propia sobre gráficos de Alexander (1978, p. 107, 109).

## DISCUSIÓN

A partir de esta sistematización, los elementos metodológicos revisados permiten establecer un catálogo neutro y abierto. No obstante, para terminar de entenderlos como parte de un camino con un sentido claro, es necesario identificar los conceptos o criterios que orientan las acciones en cada una de las propuestas.

Turner proponía entender las soluciones habitacionales como procesos continuos y dinámicos. La incorporación de la acción y del criterio de los pobladores, como parte central del proceso, implicaba romper con una visión excesivamente simplificada del entorno. Por eso, sus propuestas apuntaban a la conformación de equipos multidisciplinarios, capaces de superar la fragmentación del conocimiento y el alcance de las diferentes entidades gubernamentales. Por otro lado, Turner buscaba alcanzar una respuesta horizontal a las problemáticas habitacionales. Es decir, sin concentrar verticalmente las decisiones desde lo macro hasta la definición del más mínimo detalle. Por el contrario, planteaba abordar lo habitacional como la ampliación constante de una red de componentes en sentido amplio (tierra, financiamiento, conocimiento técnico, materiales) para que cada individuo o grupo humano pudiera combinar según sus requerimientos y posibilidades.

Las propuestas de Habraken se asemejaban a las de Turner en cuanto surgían de una comprensión de las problemáticas habitacionales como fenómenos complejos. Sin embargo, en lugar de proponer una actuación en red desde equipos multidisciplinarios, Habraken organizaba el proceso de diseño de manera tal que las diferentes identidades involucradas intervinieran en distintos momentos. No pretendía transformar los roles involucrados, sino coordinar su acción. Por eso, generaba dife-

rentes ámbitos de negociación delimitando y preservando las diferentes incumbencias.

Alexander compartía con Turner una visión orgánica y holística del territorio, respaldando su postura en una concepción filosófica sobre el tiempo y la transformación constante. En su propuesta metodológica, las diferentes etapas estaban guiadas por la idea de diagnóstico y regeneración constante. Al igual que los organismos vivos, el ambiente debía transformarse en pequeñas dosis, con ligeras modificaciones para corregir gradualmente las situaciones espaciales conflictivas y potenciar las soluciones afianzadas en la memoria de los habitantes. A diferencia de Habraken, Alexander establecía un diálogo constante entre técnicos y vecinos para encontrar patrones en la memoria colectiva de los participantes. Eran los habitantes, y no los profesionales, quienes debían articular estas soluciones espaciales (Alexander, 1971, p. 99). Para encontrar la combinación adecuada resultaba fundamental el contacto fluido con el sitio y la confianza mutua, en un clima de convivencia y camaradería. Desde su punto de vista, las transformaciones del ambiente no debían nacer de un proceso mecánico, frío y despersonalizado; se requería un contacto sutil y consciente con los sentimientos subyacentes que condicionan las conductas humanas.

Los criterios orientadores permiten contextualizar cada propuesta en un trasfondo conceptual más profundo. Lejos de posturas pragmáticas que pretenden entender la participación como una fórmula neutra, los criterios orientadores de cada metodología exigen un posicionamiento con respecto al ambiente construido y al ejercicio profesional como paso previo a la elección de cualquier camino por seguir.

## CONCLUSIONES

Para cerrar este texto, interesa realizar algunas comparaciones metodológicas entre las propuestas de los tres autores estudiados. La intención de estas comparaciones pretende sumar a la sistematización propuesta una serie de apreciaciones que permitan orientar al lector sobre las posibles fortalezas y debilidades de los caminos planteados. La crítica abstracta sobre las implicancias ideológicas de cada una de las propuestas excede a los alcances de este artículo, aunque esta sistematización inicial constituye un paso necesario para que cada lector pueda enmarcarlas desde

su propio contexto de actuación y según sus propios posicionamientos.

La primera característica común de las metodologías estudiadas es la concepción del ambiente como un proceso de transformación constante. En ese devenir continuo, los habitantes del lugar por intervenir juegan un rol fundamental. Sin embargo, en cada procedimiento, estos pobladores tienen distinto grado de autonomía. Entre los autores revisados, Turner les otorga mayor protagonismo y autonomía, convirtiendo a los técnicos en facilitadores de

un proceso de autogestión. Habraken puede considerarse en una situación intermedia en cuanto posibilita cierta autonomía de los vecinos, aunque sugiere que su actuación se desenvuelva en un marco previamente establecido por criterios técnicos. La acción y la opinión de los vecinos se despliegan a modo de completamiento y transformación de los soportes diseñados por los técnicos. Según la propuesta de Habraken, técnicos y habitantes podrían actuar en diferentes momentos, algo que resultaría difícil desde la óptica de Alexander. Las propuestas de este último autor exigen una actuación conjunta, donde los técnicos guían las dinámicas colectivas y la arquitectura nace del intercambio entre técnicos y vecinos en el mismo sitio por intervenir.

A su vez, estas diferencias de roles generan grandes contrastes en cuanto a las etapas de cada metodología. Cada camino por seguir implica mayores o menores dificultades según el contexto donde se plantea recrearlo. La propuesta de Turner es tan abierta, desestructura e interdisciplinar que puede resultar inconsistente si no forma parte de procesos estables y consolidados. Por el contrario, la metodología de Alexander exige una intensidad de trabajo difícil de sostener a lo largo del tiempo. Frente a esto, la metodología de Habraken es más flexible con respecto al vínculo que deben tener los técnicos con las dinámicas sociales del territorio. Dado que técnicos y vecinos pueden actuar en diferentes etapas, resulta más fácil escindirse de la incertidumbre de los procesos sociales. Los técnicos pueden resolver hipotéticamente el proyecto por separado, apoyados exclusivamente en las herramientas tradicionales de las disciplinas proyectuales.

Con la intención de sintetizar las diferencias con respecto a la visión disciplinar de la arquitectura, es importante destacar el rol que juega el proyecto en cada una de las metodologías presentadas. En la propuesta de Turner, el proyecto cobra un papel secundario. Los arquitectos se integran a equipos que permiten a los habitantes alcanzar sus propias soluciones habitacionales. No se enfatiza la intención de previsualizar la forma que alcanzarán las transformaciones ambientales. Por el contrario, Habraken y Alexander defienden la condición proyectual de la arquitectura, pero plantean rediseñar tanto el camino que recorre el proyecto, como sus instrumentos. Para ello, incorporan —en distinto grado— el criterio heurístico. Según Alexander, el proceso participativo debe estar siempre abierto a lo emergente. Habraken es más estructurado, organiza la totalidad del proceso y toma las decisiones solo sobre una parte del entorno para que los pobladores continúen la secuencia de transformación del ambiente de acuerdo con sus propias necesidades cotidianas. Si bien los tres autores escapan a la predeterminación formal, en Habraken se evidencia un mayor grado

de apego a las herramientas gráficas de las disciplinas proyectuales. Alexander altera esas herramientas para evitar condicionamientos y Turner no les brinda una importancia particular, sus esfuerzos buscan incidir en una escala macro.

Estas conclusiones no pretenden agotar las posibles comparaciones entre las propuestas estudiadas. Se orientan, más bien, a esclarecer los diferentes caminos posibles para quienes se propongan iniciar transformaciones participativas del ambiente construido desde la arquitectura. Como un sentido compartido, las ideas revisadas contemplan las transformaciones ambientales como un proceso gradual y constante. La revisión y sistematización realizada permite extraer recomendaciones para quien plantee aplicar un enfoque participativo sobre alguna intervención arquitectónica particular.

En función de las características del contexto de intervención, la sistematización propuesta ayuda a optar entre alguno de los caminos metodológicos abiertos por estos autores, es decir, entre tres maneras de plantear las variables estudiadas (rol de los técnicos, rol de los habitantes, etapas e instrumentos).

En aquellos contextos que permiten un trabajo en territorio interdisciplinar y sostenido en el tiempo, que permita abordar problemas estructurales como el acceso al suelo, financiamiento y materiales, se recomienda utilizar un camino metodológico similar al propuesto por Turner. Una modalidad de trabajo que, por el grado de indefinición, puede aumentar la incertidumbre y dilatar los plazos previstos en trabajos temporales afrontados por grupos acotados de personas reunidas para una intervención puntual. La metodología de Turner resulta más apropiada para organizaciones territoriales con una larga trayectoria de trabajo en el sitio o para dependencias estatales cuya infraestructura permite sostener e incrementar gradualmente el ciclo de retroalimentación entre análisis, diseño y evaluación de estrategias.

Cuando las características contextuales impiden este tipo de actuación integral y sostenida en el tiempo, en aquellas intervenciones puntuales y acotadas donde la inmersión de los técnicos en el ámbito propio de los habitantes es más difícil, se recomienda recurrir a un planteamiento metodológico similar al propuesto por Habraken. Esta modalidad más estructurada, si bien dificulta la incidencia en problemas estructurales, brinda un marco organizativo eficiente para incorporar una participación inicialmente limitada, pero que prevé trascender (y enriquecer) el aporte de los técnicos al permitir y estimular el constante completamiento de las transformaciones ambientales a partir de las graduales modificaciones que introducen los vecinos. La autonomía que adquieren los profesionales con respecto a las dinámicas sociales

del territorio le otorga cierto carácter endógeno a la metodología de Habraken, lo cual suele resultar muy atractivo dentro de ámbitos científicos y académicos exclusivamente centrados en sus propios criterios de validación.

Por último, existen contextos particulares de intervención que pueden ser ocasionales e incluso acotados en el tiempo, con grupos humanos en proceso de conformación, pero dispuestos a

un trabajo intensivo en el territorio y cierta apertura al intercambio asiduo con los técnicos. En esos casos resulta recomendable recurrir a la propuesta metodológica de Alexander. Al requerir un elevado nivel de compromiso y empatía entre técnicos y habitantes, es un camino más apropiado para el trabajo con voluntarios, pasantes, becarios o algunas formas de trabajo que priorizan la convivencia en el lugar.

## REFERENCIAS

- Alexander, C. (1971). *La estructura del medio ambiente*. Tusquets.
- Alexander, C. (1978). *Urbanismo y participación: el caso de la Universidad de Oregón*. Gustavo Gili.
- Alexander, C. (1981). *El modo intemporal de construir*. Gustavo Gili.
- Alexander, C., Silverstein, M., & Ishikawa, S. (1980). *Un lenguaje de patrones: ciudades, edificios, construcciones*. Gustavo Gili.
- Baiges, C. (2014, 16 de julio). *Metodologías. Arquitecturas Colectivas*. Red Internacional de Colectivos. <https://arquitecturascolectivas.net/herramientas/grupos/metodologias>
- Chávez, R., Vilorio, J., Zipperer, M., & Turner, J. (2000, 11 de septiembre). *Interview of John F. C. Turner*. World Bank.
- Di Siena, D. (2019). *Libro blanco del método de diseño cívico versión 0.2*. <https://civicdesignmethod.com/portfolio/libro-blanco/>
- Fernández Castro, J. (2010). *Barrio 31 Carlos Mugica. Posibilidades del proyecto urbano en contextos de pobreza*. Instituto de la Espacialidad Humana.
- Gyger, H. E. (2013). *The informal as a project: Self-help housing in Peru. 1954-1986*. Columbia University. <https://doi.org/10.7916/D8DJ5NQF>
- Habraken, J. (1979). *El diseño de soportes*. Gustavo Gili.
- Habraken, J. (1986). Towards a new professional role. *Design Studies*, 7(3), 139-143. [https://doi.org/10.1016/0142-694X\(86\)90050-5](https://doi.org/10.1016/0142-694X(86)90050-5)
- Habraken, J. (2002). The uses of levels. *Open House International*, 27(2), 2-17. [https://habraken.com/html/downloads/the\\_uses\\_of\\_levels.pdf](https://habraken.com/html/downloads/the_uses_of_levels.pdf)
- Hidalgo Molina, D., & Arcos Aspiazú, A. M. (2018). Diseño participativo como instrumento para fomentar la enseñanza experimental de estudiantes de arquitectura: caso centro comunal al aire libre Barranca Central, Ecuador. *AREA*, (24), 327-345. [https://area.fadu.uba.ar/wp-content/uploads/AREA24/AREA24\\_Hidalgo\\_Arcos.pdf](https://area.fadu.uba.ar/wp-content/uploads/AREA24/AREA24_Hidalgo_Arcos.pdf)
- Mitchell, J., Berná Vaccarino, F., & Garro, J. (2020). Desarrollando herramientas de Diseño Participativo Sustentable en el Hábitat Social. *Revista i+α*, (23), 16-30. <https://revistasfaud.mdp.edu.ar/ia/article/view/485/341>
- Murillo, F., & Schweitzer, M. (Dirs.). (2011). *Planear el barrio: urbanismo participativo para construir el derecho a la ciudad*. Cuentahilos. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/principios-de-planificacion-de-barrios>
- Palero, J. S. (2018). *Arquitectura participativa: un estudio a partir de tres autores: Turner, Habraken y Alexander* [Tesis doctoral]. Universidad Nacional de Córdoba. <http://hdl.handle.net/11086/15135>

Romero, G., Mesías, R., Enet, M., Oliveras, R., García, L., Coipel, M., & Osorio, D. (2004). *La participación en el diseño urbano y arquitectónico en la producción social del hábitat*. CYTED.

Turner, J. (1963). Dwelling resources in South America. *Architectural Design*, 8(33), 360-393. <https://www.communityplanning.net/JohnFCTurnerArchive/pdfs/AD8-13Conclusion.pdf>

Turner, J. (1976). La reeducación de un profesional. En J. Turner & R. Fichter, *Libertad para construir. El proceso habitacional controlado por el usuario* (pp. 131-153). Siglo Veintiuno Editores.

Turner, J. (1977). *Vivienda, todo el poder para los usuarios*. Blume.

