



Revista científica de

arquitectura y urbanismo

1/2023 Volumen XLIV

ISSN 1815-5898

Facultad de Arquitectura
Universidad Tecnológica de La
Habana José Antonio Echeverría,
CUJAE

<http://rau.cujae.edu.cu>

REVISTA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA HABANA JOSÉ ANTONIO ECHEVERRÍA, CUJAE, LA HABANA, CUBA. VOL. XLIV, NO. 1- ENERO-ABRIL 2023, ISSN 1815-5898

EDITOR- JEFE

Dra. Mabel R. Matamoros Tuma. Universidad Tecnológica de La Habana, CUJAE

CONSEJO EDITORIAL

Dra. Dania González Couret. Universidad Tecnológica de La Habana, CUJAE.

Dr. Miguel Ángel Álvarez, Universidad de La Habana

Dra. María V. Zardoya Loureda. Universidad Tecnológica de La Habana, CUJAE.

Dr. Andrés Olivera. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.

Dra. Flora Morcate Labrada, Universidad de Oriente.

MIEMBROS

Dr. Joseph L. Scarpaci, Center for Cuban Culture + Economy, Estados Unidos.

Dra. Gabriela Peterssen, Universidad Central de Chile, Chile.

Dra. Olimpia Niglio, Università di Pavia, Italia.

Dra. Styliane Philippou, Investigadora independiente, Francia.

Dra. Ángela Rojas, ICOMOS, Cuba.

Dr. Ader García Cardona, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

Dr. Antonio Rodríguez Alcalá, Universidad Anahuac-Mayab, Yucatán, México

Dra. Luz Paz Agras. Universidad Da Coruña, España.

Dr. Gustavo San Juan. Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

MSc. Alexis J. Rouco Méndez, Universidad Tecnológica de La Habana, CUJAE.

Dr. Ruslan Muñoz Hernández, Universidad Tecnológica de La Habana, CUJAE.

REDACCIÓN

Mabel R. Matamoros Tuma y Alexis J. Rouco Méndez

COMPOSICIÓN

Mabel R. Matamoros Tuma

COLABORADORES

Alexis C. Méndez González

Gretel Rodríguez Matamoros

CONSEJO DE ASESORES CIENTÍFICOS

Dra. Ada Portero Ricol. Extensión Universitaria, Cujae.

Dra. Gloria Artze. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas

Dra. Alexis C. Méndez, Madrid, España

Dra. Georgina Rey, Colegio de San Gerónimo de La Habana, UH.

Dr. Francisco Gómez, Universidad de Sevilla, España

Dra. Lourdes Rizo, Universidad de Oriente, Cuba

MSc. Nelson Melero, Colegio de San Gerónimo de La Habana UH.

Dr. Obdulio Coca, Universidad Tecnológica de La Habana J.A. Echeverría, CUJAE

Dr. Pedro Tejera, Universidad Tecnológica de La Habana J.A. Echeverría, CUJAE

Dr. Carlos Discoli, Universidad de La Plata, Argentina.

Dra. Marietta Llanes, Universidad Tecnológica de La Habana J.A. Echeverría, CUJAE

Arq. Olga Pérez, Ministerio de la Construcción de Cuba, Cuba

Dra. Karen Sanabia, Universidad Tecnológica de La Habana J.A. Echeverría, CUJAE

Dr. Roberto López, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Cuba.

Dr. Andrés Martínez Medina, EPS, Universidad de Alicante, España.

Dr. Michele Paradiso, Universidad de Estudios de Florencia, Italia.

Dra. Graciela Gómez, Universidad de Oriente, Cuba.

Dr. Gerson Herrera Pupo, Universidad de Camagüey, Cuba.

Dr. Ernesto Pereira Gómez, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Cuba.

Dr. José Flores Mola, Universidad Tecnológica de La Habana J.A. Echeverría, CUJAE.

Dr. Juan J. Hernández Santana, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Cuba.

Dr. Manuel de la Rúa Batistapau, CREA, CUJAE

Dr. Rodrigo Vidal Rojas, Universidad de Santiago de Chile, Chile

Dra. Dayra Gelabert Abreu, Facultad de Arquitectura, CUJAE

Dra. Pía Carrasco, Investigadora independiente, Venezuela

Dr. Andrés Francel, Universidad del Tolima, Colombia

Dr. Sergio Peña, Instituto de Diseño. Universidad de La Habana, Cuba

Dr. Arnoldo Álvarez, Universidad Nacional de Pilar, Paraguay

Dra. Gretel Rodríguez, Brown University, Estados Unidos

Dr. Alex Pérez Pérez, Universidad de La Salle, Colombia

Dra. Marianela Cruz Cabrera, Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador

Dr. Luis E. Bello Caballero, Universidad de Oriente

Dra. Alicia C. Martínez Tena, Universidad de Oriente

MSc. Sofía Rodríguez Larraín, Pontificia Universidad Católica del Perú

Dra. Coralina Vaz Suárez, Universidad de Oriente

Dr. Ricardo Batista Matos, UH.

Dr. Pablo Fraile-Jurado, Universidad de Sevilla, España



PORTADA: Mabel R. Matamoros Tuma

ARQUITECTURA Y URBANISMO. Publicación cuatrimestral de la Facultad de Arquitectura, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, CUJAE. Fundada en 1980.

ARQUITECTURA Y URBANISMO publica trabajos sobre temas de las diferentes escalas del diseño: territorial, urbano, arquitectónico, industrial y gráfico, así como sobre las relaciones entre el medio edificado y las artes visuales. Dedicamos especial atención a los resultados de investigaciones relacionadas con los problemas del hábitat, la recuperación del patrimonio edificado y del ambiente construido en general en los países en vías de desarrollo.

La versión electrónica de la revista se encuentra citada en:

MIAR; AVERY; Public Affairs Index; Fuente Académica Plus; Redalyc DOAJ; Registro Cubano de Publicaciones Seriadas; Latindex; Portal documental de Patrimonio Cultural Todo Patrimonio; Harold B. Lee Library Serials Department de la Brigham Young University en Estados Unidos; EuroPub; Social Science Research Center Berlin, LatinREV.

El contenido de la revista se publica bajo la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es_ES

Inscrita en la Dirección de Correos, Telégrafos y Prensa con el permiso No. 81964/174.

La correspondencia debe dirigirse a *Revista Arquitectura y Urbanismo*, Facultad de Arquitectura, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, Cujae. Calle 114, No. 11901, entre Ciclovía y Rotonda, Marianao, Ciudad de La Habana, Cuba, Apartado 6028, Cujae, CP. 19390.

Tel-Fax: 537-2606997.

e-mail: revista_au@arquitectura.cujae.edu.cu

- 01 | Créditos / Credits
02 | Sumario / Summary
03 | Editorial / Editorial / Mabel R. Matamoros Tuma

CON CRITERIO / WITH CRITERIA

05-21	Dayra Gelabert Abreu Dania González Couret Arleet Díaz San Juan Larisbel Navarro Michelena Michelle Rodríguez Triana	Adaptación de la vivienda costera al cambio climático. Recomendaciones de diseño para Cuba Adaptation of Coastal Housing to Climate Change. Design Recommendations for Cuba
22-32	Manuela Murillo Galvis Juan Sebastián Calle Medina Santiago Jaramillo Betancourt María Alejandra Garavito Posada Elizabeth Parra Correa	Impacto del cambio climático en el desempeño térmico de viviendas según su nivel de altura Impact of Climate Change on the Thermal Performance of Houses According to their Altitude Level
33-40	Luis Sierra Alarcón Juan Rojas Manrique Alejandro Peña Agatón Caori Takeuchi Tam	La arquitectura del Movimiento Moderno en la antigua provincia de Las Villas: 1946-1960 The Architecture of the Modern Movement in the Former Province of Las Villas: 1946-1960
41-52	Pedro Tex Martínez Cuevas Andrés Olivera Ranero	Apuntes históricos sobre la vivienda social en asentamientos rurales de montaña en Cuba Historical Notes on Social Housing in Rural Mountain Settlements in Cuba
53-62	Leidy Milena Marín-Bedoya David Alejandro Orozco-Gallo Juan Camilo Villegas-Echavarría John Arango-Flórez Yury Andrea Hernández-Duque Daniel López-Álvarez	Asoleamiento y radiación solar en diferentes zonas geográficas del Valle de Aburrá Sunlight and Solar Radiation in Different Geographical Zones of the Aburrá Valley

DEL REINO DE ESTE MUNDO / OF KINGDOM OF THIS WORLD

63-70	Silvia Andorni	Nueva abstracción. Conceptualización y empatía en obras de José Cruz Ovalle New Abstraction. Conceptualization and Empathy in the Works of José Cruz Ovalle
71-77	Madeline Menéndez García	Villa Orduña en El Vedado habanero. Historia oculta tras los muros de una hermosa residencia Villa Orduña in El Vedado, Havana. History Hidden Behind the Walls of a Beautiful Residence
78-88	Alexis C. Méndez González	Sobre arquitectura, planificación física y economía: conversando con René Castellanos On Architecture, Physical Planning and Economy: Talking with René Castellanos

Una deuda con nuestra historia

En abril de 2023 se cumplen cuarenta y tres años de la edición del primer número de *Arquitectura y Urbanismo*. La revista, junto a sus análogas de otras facultades, conforman el sistema de publicaciones científico- técnicas de la universidad, con una historia compartida, aunque con identidad y autonomía propias.

Arquitectura y Urbanismo surge como resultado de una valiosa experiencia editorial acumulada a lo largo de varios años por el colectivo docente de la Escuela de Arquitectura de La Habana, que sin lugar a dudas, preparó el camino de la que ha llegado hasta hoy.

Los antecedentes más cercanos se ubican entre los años 1965 y 1966, cuando aparece el "Boletín de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de La Habana" que, en sus escasos cinco números, y con la participación de profesores de gran prestigio, asumió, entre otras, la función de suplir la carencia de literatura extranjera que dejó de entrar al país después del triunfo de la Revolución. Le sucedieron dos series, dirigidas, al igual que la anterior, por Roberto Segre; la revista "Actualidades Científico Técnicas de la Arquitectura" y "Tecnología. Serie 4/ Arquitectura", dedicadas a divulgar diferentes temas de la profesión, tanto nacionales, como internacionales, así como la actividad científica del claustro. Ya en 1976, cuando la Facultad de Tecnología de la UH, pasa a constituirse en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE), la entidad recién fundada crea la revista "Ciencias Técnicas", que incluyó, entre otras, la Serie "Arquitectura y Urbanismo" (1977-1979). [1]

Sin embargo, resulta de interés resaltar la influencia que, para algunos autores, tuvo una publicación anterior [1-3], promovida por la Asociación de Estudiantes de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de La Habana, y en la que colaboraron algunos de los miembros más reconocidos y progresistas del claustro. Se trata de la revista "Espacio" (1952-1955), que con inteligencia y valor, asumió una postura crítica en relación con los problemas profesionales, académicos, sociales y políticos de su momento, diferenciándose de la instituida "Revista del Colegio de Arquitectos", lo que sentó un singular precedente dentro de las publicaciones académicas en el país.

A pesar del tiempo transcurrido, muchos de los artículos publicados en estas revistas aun mantienen su vigencia y originalidad, como legítimo testimonio de un periodo muy fructífero del pensamiento y la acción de profesores, estudiantes, e intelectuales de la Escuela de Arquitectura de La Habana, cuyo estudio y valoración invitan a nuevas lecturas.

Con tales precedentes, en abril de 1980, nace la "Revista Científica de Arquitectura y Urbanismo", que desde sus inicios contó con la presencia de prestigiosos académicos en su colectivo editorial. Sus sucesivos directores fueron los Doctores- arquitectos Mario Coyula Cowley, Ángela Rojas Ávalos, Luis Lápidus Mandel, José Fornés Bonavía, y Eliana Cárdenas Sánchez [1], quien ocupó esta responsabilidad durante más de veinte años, desde 1988 hasta su deceso en 2010, lo que la convierte en una pieza indispensable de este engranaje editorial. Destaca en ese periodo, la participación de numerosos profesores de la propia

A debt with our history

April 2023 marks the forty-third anniversary of the publication of the first issue of *Arquitectura y Urbanismo* [Architecture and Urbanism]. The journal, together with its analogues from other academic units, is part of the system of scientific-technical publications of the university that share a history, although maintaining its own identity and autonomy.

Arquitectura y Urbanismo arose as a result of valuable editorial experience accumulated over several years by the faculty of the Havana School of Architecture, which undoubtedly paved the way for what came afterwards.

The closest antecedents appear between the years 1965 and 1966, when the "Boletín de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de La Habana" (Bulletin of the School of Architecture of the University of Havana) emerged, which, in its meager five issues, and with the participation of prestigious professors, made up for the lack of foreign literature that stopped entering the country after the Revolution. It was followed by two series directed, like the previous one, by Roberto Segre: the journals "Actualidades Científico Técnicas de la Arquitectura" and "Tecnología. Serie 4/ Arquitectura", (Technical Scientific News of Architecture and Technology. Series 4/ Architecture), dedicated to disseminate different topics of the profession, both national and international, as well as the scientific activity of the faculty. Already in 1976, when the Faculty of Technology of the UH, became the *Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE)*, the newly founded entity created the magazine "Ciencias Técnicas" (Technical Sciences), which included, among others, the Series *Arquitectura y Urbanismo* (1977-1979). [1]

However, it is interesting to highlight the influence that, for some authors, a previous publication [1-3] had, promoted by the Student Association of the School of Architecture of the University of Havana, and in which some of the most recognized and progressive members of the faculty collaborated. It is the journal "Espacio" (1952-1955), which with intelligence and courage assumed a critical position in relation to the professional, academic, social and political problems of its time, differentiating itself from the instituted "Revista del Colegio de Arquitectos" (Journal of the College of Architects), which set a unique precedent within academic publications in the country.

Despite the elapsed time, many of the articles published in these journals still maintain their validity and originality as legitimate testimony of a fruitful period of thought and action by professors, students, and intellectuals of the School of Architecture of Havana, whose study and assessment invite new readings.

Following such precedents, the *Revista Científica de Arquitectura y Urbanismo* was born in April 1980, counting with prestigious academics in its editorial group from the start. Its directors were architects Mario Coyula Cowley, Ángela Rojas Ávalos, Luis Lápidus Mandel, José Fornés Bonavía, and Eliana Cárdenas Sánchez [1]; the latter held this responsibility for more than twenty years, from 1988 until her death in 2010, making her an indispensable piece of this editorial mechanism. During

facultad, y de otras escuelas de arquitectura del país, quienes, junto a colaboradores externos, principalmente del ámbito latinoamericano, mantuvieron viva la revista, desde aquellos primeros momentos en que su salida era impresa, y no se contaba con las tecnologías de la información y las comunicaciones de que disponemos hoy.

Para referirse a los años más recientes, habría que ubicarse en un contexto internacional totalmente diferente, que, con una dinámica sin precedentes, influye en todas las esferas de la actividad humana. Bajo esta tendencia global, el mundo editorial se ha convertido en un espacio cada vez más sofisticado, exigente y competitivo, que demanda de los colectivos editoriales, una constante renovación.

Para AU, sobrepasar los estrechos límites locales de los inicios, para abrirse a lectores y autores de diversas nacionalidades ha sido uno de sus principales desafíos, aunque quizás más difícil haya sido la búsqueda de un perfil propio, que se ajuste a la pluralidad de campos en que se desenvuelve la arquitectura –incluida por lo general en los directorios de artes y humanidades– dentro de un sistema de publicaciones de una universidad técnica.

Desde el punto de vista operativo, y tratando de cumplimentar estándares internacionales cada vez más rigurosos, en los años más recientes han debido implementarse innumerables medidas, entre ellas, las dirigidas a la actualización sistemática de las políticas editoriales, las normas para autores, y las relacionadas con la plataforma electrónica que le sirve de soporte. De especial atención en este periodo ha sido también el perfeccionamiento del proceso de evaluación de los artículos, como vía para elevar progresivamente la calidad del producto final. Otra estrategia esencial ha sido la renovación del comité editorial, en busca de mayor representatividad de sus miembros en cuanto a las áreas del conocimiento y los países e instituciones de procedencia, lo que además, ha enriquecido el patrimonio de nuestra revista.

Arquitectura y Urbanismo ha tratado de sortear estos retos bajo circunstancias no siempre favorables, pero sin perder de vista sus objetivos, ni sus orígenes. A pesar de lo alcanzado en los últimos años, aun queda mucho por hacer. Lograr una voz propia en los debates sobre problemas que conciernen a nuestra profesión en la actualidad, y alcanzar una mayor visibilidad internacional, para llegar a un público más amplio, son algunas de nuestras metas inmediatas. De lograrlo, quizás podamos sentirnos a la altura de quienes nos precedieron.

this period, numerous professors from the school itself and from other architecture schools in the country also participated, keeping the magazine alive together with foreign collaborators, especially from Latin America.

In recent years, the journal is situated in a totally different international context, which, with unprecedented dynamics, influences all spheres of human activity. Under this global trend, the publishing world has become an increasingly sophisticated, demanding and competitive space, which requires constant renewal from publishing groups.

For AU, going beyond the narrow local limits of the beginning to open up to readers and authors of different nationalities, has been one of its main challenges. However, perhaps the greatest challenge has been the search for its own profile, to adjust to the plurality of fields in which architecture develops—generally included in directories of arts and humanities—within a publication system of a technical university.

From an operational point of view, and trying to comply with increasingly rigorous international standards, in recent years innumerable measures have been implemented, including those aimed at systematically updating editorial policies, the rules for authors, and those related to the electronic platform that supports it. Of special attention in this period has also been the improvement of the evaluation process of the articles, as a way to progressively increase the quality of the final product. Another essential strategy has been the renewal of the editorial committee, in search of greater representation of its members in terms of areas of knowledge and the countries and institutions of origin, which has also enriched the heritage of our journal.

Arquitectura y Urbanismo has tried to overcome these challenges under circumstances that are not always favorable, but without losing sight of its objectives or its origins. Despite what has been achieved in recent years, much remains to be done. Establishing a voice of our own in the debates on problems that currently concern our profession, and gaining greater international visibility, in order to reach a broader audience, are some of our immediate goals. If we manage to accomplish this goal, perhaps we can feel at the level of those who preceded us.



Mabel R. Matamoros Tuma

Arquitecta, Doctora en Ciencias Técnicas, Profesora Titular de la Facultad de Arquitectura, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, CUJAE. La Habana, Cuba.

E-mail: mabel@arquitectura.cujae.edu.cu

<https://orcid.org/0000-0001-9850-1249>

[1] Cárdenas Sánchez E. De Espacio a Arquitectura y Urbanismo. Las publicaciones de la carrera de arquitectura. *Arquitectura y Urbanismo*. Cien años de la enseñanza de la Arquitectura en Cuba (Segunda parte) 2001; 22[2]:52-55.

[2] Peñate Díaz F. La revista Espacio, testigo de una época. *Arquitectura y Urbanismo*, 1999; 20[1]:33-41.

[3] Segre Pando R. La Escuela de Arquitectura, 1960--1975. Los años de fuego en la cultura arquitectónica cubana. *Arquitectura y Urbanismo*. Cien años de la enseñanza de la Arquitectura en Cuba (Primera parte) 2001; 22[2]:71-79.

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERESES

La autora declara que no existen conflictos de intereses que representen riesgos para la publicación del artículo.'

DECLARATION OF CONFLICTS OF INTEREST

The author declares that there are no conflicts of interest that represent risks for the publication of the article.



[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional \[CC BY-NC-ND 4.0\]](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



Adaptación de la vivienda costera al cambio climático. Recomendaciones de diseño para Cuba

Adaptation of Coastal Housing to Climate Change. Design Recommendations for Cuba

Dayra Gelabert Abreu, Dania González Couret, Arleet Díaz San Juan,
Larisbel Navarro Michelena y Michelle Rodríguez Triana

RESUMEN: La elevación del nivel medio del mar y el incremento de la frecuencia e intensidad de los eventos meteorológicos extremos afectará total o parcialmente numerosos asentamientos costeros en Cuba durante los próximos 50 a 100 años. La investigación intentó proponer soluciones para la transformación de los asentamientos y las viviendas existentes, así como principios para los nuevos diseños con vistas a hacerlos más resilientes. Se estructuró en tres etapas que combinan métodos de la investigación teórica y empírica con otros de diseño. Como resultado, se caracterizan los asentamientos localizados en los tramos de fajas costeras de sustrato areno-limo-turboso parcialmente inundados, según su relación con el mar, la base económica, población, cultura, tradición, arquitectura y prácticas populares de adaptación, y se proponen principios de actuación para la relocalización de viviendas, la modificación del entorno, y recomendaciones para el diseño y la transformación de la arquitectura. Se concluye que las acciones a acometer y las soluciones a desarrollar deben ser específicas y diversas, intentando, en la medida de lo posible, mantener la población costera lo más cerca posible de su medio de vida natural.

PALABRAS CLAVE: cambio climático, Cuba, vivienda y asentamientos costeros, adaptación, mitigación.

ABSTRACT: The elevation of the mean sea level and the increase in the frequency and intensity of extreme weather events will totally or partially affect numerous coastal settlements in Cuba during the next 50 to 100 years. The research tried to propose solutions for the transformation of existing settlements and houses, as well as principles for new designs with a view to making them more resilient. It was structured in three stages that combine theoretical and empirical research methods with others of design. As a result, the settlements located in the stretches of partially flooded sandy-silt-peaty substrate coastal strips are characterized, according to their relationship with the sea, the economic base, population, culture, tradition, architecture and popular adaptation practices, and principles of action are proposed for the relocation of houses, the modification of the environment, and recommendations for the design and transformation of architecture. It is concluded that the actions to be undertaken and the solutions to be developed must be specific and diverse, trying, as far as possible, to keep the coastal population as close as possible to their natural livelihood.

KEYWORDS: climate change, Cuba, housing and coastal settlements, adaptation, mitigation

RECIBIDO: 27 marzo 2023 ACEPTADO: 13 junio 2023

Introducción

La emisión de gases de efecto invernadero (GEI) ha ocasionado un incremento de la temperatura promedio global, la elevación del nivel del mar, variaciones en las precipitaciones, y mayor incidencia de acontecimientos climáticos extremos, entre otros cambios que afectan directamente los recursos hídricos, los ecosistemas, los asentamientos humanos, la seguridad alimentaria y la salud [1].

En el último siglo hubo un aumento de la temperatura promedio de aproximadamente un grado centígrado [2]. El nivel del mar aumentó 0,19 metros (0,17 a 0,21 metros) en el periodo de 1901-2010 [3; 4], estimándose una elevación de entre 24 y 30 cm hacia mediados del siglo XXI, debido a la expansión oceánica producida por el deshielo como consecuencia del calentamiento [1].

Los habitantes de islas bajas y ciudades cercanas a las costas sufrirán inundaciones y otros fenómenos climáticos; un tercio de la población que vive en zonas áridas experimentará perturbaciones asociadas al Cambio Climático (CC), y es de esperar, además, que se modifiquen los patrones meteorológicos, y en particular, exista un incremento de los eventos extremos, que suponen un riesgo adicional [5].

América Latina y el Caribe es una de las zonas más urbanizadas del planeta, con más del 50% de su población ubicada a menos de 1,5 kilómetros de la línea costera. Estudios revelan que solo un metro de elevación del nivel del mar es suficiente para inundar las zonas circundantes del 80% de los puertos de la Comunidad del Caribe CARICOM, y afectar entre el 49 y 60% de las mayores propiedades turísticas en la región, lo que, a su vez, reduciría las fuentes de agua dulce por la salinización y pondría en riesgo la disponibilidad de agua para consumo humano y para actividades como la agricultura y el turismo [6].

La incidencia reiterada de fenómenos meteorológicos extremos ha tenido un impacto negativo en la región del Caribe. A pesar de que su contribución a las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero ha sido mínima, los pequeños estados insulares en desarrollo del Caribe y de otras regiones del mundo sufren desproporcionadamente grandes repercusiones del CC [7]. Los eventos asociados al aumento del nivel del mar representan una amenaza potencial para la infraestructura marino-costera: inundación permanente de áreas bajas, incremento de las áreas inundadas como efecto de tormentas o la ocurrencia de otros fenómenos hidrometeorológicos, y cambios en la línea costera asociados a procesos de erosión y sedimentación [8].

En la actualidad numerosos asentamientos costeros en Cuba se encuentran en peligro de desaparición por estas causas. Asimismo, la recurrencia de huracanes obliga a la evacuación frecuente de su población. Entre las posibles soluciones, especialistas y decisores han planteado la necesidad de su traslado hacia lugares más altos, lo cual no es generalmente aceptado por la población residente, habituada a vivir en contacto directo con el mar, que constituye parte importante de su identidad. En general, se trata de viviendas precarias con un alto grado de deterioro cuya resiliencia y adaptabilidad pudiera incrementarse utilizando recursos materiales y tecnologías que optimicen el costo inicial y de ciclo de vida, a la vez que su ubicación se mantenga en lo posible lo más cercana al mar.

El objetivo del presente artículo es proponer recomendaciones generales para el diseño apropiado y posible transformación de las viviendas en asentamientos costeros de Cuba con vistas a aumentar su resiliencia, luego

- [1] Siclari PG. Amenazas de cambio climático, métricas de mitigación y adaptación en ciudades de América Latina y el Caribe. Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/185). Santiago (Chile): Comisión Económica para América Latina y el Caribe; 2021. [Consultado: 15 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11362/46575>
- [2] Herrán C. El Cambio Climático y sus consecuencias para América Latina. México: Fundación Friedrich Ebert, FES; 2012. [Consultado: 04 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/la-energiayclima/09164.pdf>
- [3] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2014). Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, Suiza. https://www.unirioja.es/servicios/os/pdf/guia_sintesis_resumida_IPCC.pdf
- [4] Sánchez L, Reyes O. Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: CEPAL; 2015.
- [5] Ríos D, Ceppi C, Menéndez K, Molero JJ. Cambio climático, fenómenos meteorológicos extremos y análisis de riesgos. Rev.R.Acad.Cienc.Exact.Fís.Nat. [Internet]. 2013 [Consultado: 15 de octubre de 2021]; 106(1-2): [147-156 pp.]. Disponible en: <https://rac.es/ficheros/doc/01106.pdf>
- [6] Islas M. El Caribe frente al cambio climático: Hacia una nueva geografía. En: Laguardia J (coord.). Cambio Climático y sus impactos en el Gran Caribe. Buenos Aires: CLACSO; 2020. p. 197-211. [Consultado: 04 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/gt/20200928053822/Cambio-climatico-impactos.pdf>
- [7] OPS. Plan de acción del Caribe sobre la salud y el cambio climático. Washington DC: Organización Panamericana de la Salud; 2020. [Consultado: 06 de noviembre de 2021]. Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51827/PAHOCDE000120_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [8] Iturralde MA, Serrano H. Peligros y vulnerabilidades de la zona marino-costera de Cuba: estado actual y perspectivas ante el cambio climático hasta 2100. La Habana: Academia; 2015.

De este universo se seleccionó como objeto de estudio una muestra intencionada de los asentamientos donde se prevé la ocurrencia de inundación parcial para 2050, localizados en los tramos de fajas costeras de sustrato areno-limo-turboso parcialmente inundados. Fue esta la zona costera seleccionada, ya que, debido a su geomorfología, es la de mayores probabilidades de inundaciones ocasionadas por diversas causas en los asentamientos en ella localizados. A esta muestra se le realizó una observación más detallada para identificar y caracterizar otras variables objeto de estudio como, las bases económicas, las formas de vida, la dependencia del mar, los tipos urbanos y arquitectónicos, los materiales empleados y los recursos disponibles. (Figura 2). Toda la información recopilada sobre los asentamientos objeto de estudio quedó reflejada en fichas que sirvieron de base para completar el diagnóstico y fundamentar las estrategias y acciones a acometer en cada caso.

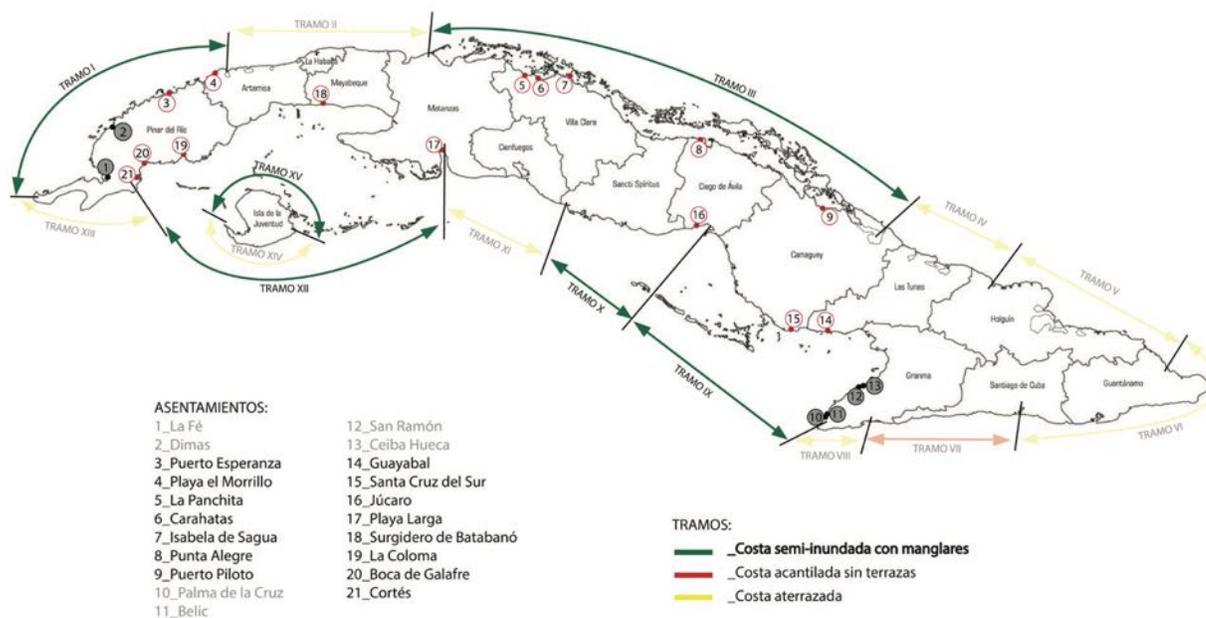


Figura 2. Plano de 21 asentamientos que componen la muestra objeto de estudio: asentamientos costeros localizados en tramos con costas SEMI-INUNDADAS CON MANGLARES. Fuente: Elaborado por las autoras, según datos del IPF [10].

Teniendo en cuenta el marco teórico elaborado, el estado del arte, la valoración del repertorio, y el diagnóstico de los asentamientos objeto de estudio en Cuba, en la tercera etapa, o fase propositiva, se elaboró una propuesta de principios de actuación y de diseño en la que se definieron las principales acciones a acometer en cada una de las situaciones identificadas, a escala urbana y arquitectónica. En esta etapa predominaron los métodos de planeamiento y diseño. Se partió de las mejores prácticas identificadas en el repertorio internacional y en las acciones de adaptación desarrolladas por la población en los asentamientos objeto de estudio. Estas fueron evaluadas según las bases conceptuales elaboradas, con vistas a proponer su posible adecuación a las condiciones cubanas, o cómo mejorar su impacto según las particularidades de los asentamientos objeto de estudio.

Resultados y discusión

Escenarios para Cuba

Desde 2012, Planos *et al* [11] reconocían un incremento de las inundaciones moderadas y fuertes en las costas cubanas durante las últimas décadas. Según esta fuente, aunque el incremento del nivel del mar previsto asociado al cambio climático no influyera de forma notable en la sobreelevación, su impacto pudiera conducir al incremento de la entrada del mar en tierra para las costas bajas, que son las que han sido objeto de estudio en la presente investigación, y al acercamiento de la línea de rompiente del oleaje. Por tanto, las inundaciones que hasta entonces habían sido consideradas como de moderado alcance, pudieran pasar a ser intensas. Sobre esa base, se proponían desde entonces, acciones de “retroceso”, abandonando áreas vulnerables para no construir más en ellas; de “acomodamiento”, al conservar los ecosistemas con concepciones constructivas y de infraestructura adaptables a las inundaciones temporales en zonas bajas, y de “protección”, mediante la regeneración de manglares y playas con soluciones blandas, acciones educativas y sistemas de monitoreo, entre otros.

Los principios de diseño y las propuestas de transformación para la adaptación elaboradas en la presente investigación constituyen una continuación particular y más precisa, de algunas de aquellas propuestas. Sin embargo, en la Segunda Comunicación Nacional de Cuba en 2015 [12], se ofrecieron opciones de mitigación para el sector residencial, más dirigidas específicamente hacia la eficiencia de los equipos electrodomésticos, y también a la generación eléctrica y los sectores del transporte, industrial, agropecuario, forestal y de los desechos.

Según la Tarea Vida [2017] [13] la superficie terrestre que quedaría sumergida de forma permanente para el 2050 abarcaría un área estimada de 2 691,47 km² (2,4%) y crece en 2100 hasta 6 371,05 km² (5,8%), ligeramente superior a la prevista por Planos en 2012 (2,32% y 5,45% respectivamente) [11], con un ascenso del nivel medio del mar estimado de 0,27m y 0,85m a 2050 y 2100. Además, se ha previsto una disminución de la producción agrícola y crianza de animales.

En la Tercera Comunicación Nacional, 2020 [14] se actualizaron las proyecciones del aumento del nivel del mar realizadas en la primera década del presente siglo, con valores de 29,3 y 95,0 cm para los años 2050 y 2100, respectivamente. Entre las proyecciones planteadas en ese último documento, se encuentran el intento de reducir la vulnerabilidad en 15 zonas priorizadas del país. Aparece la necesidad de medidas de adaptación en el ordenamiento territorial y urbano, además de la alimentación, la energía, la pesca, la producción agropecuaria, la salud, el turismo, la construcción, el transporte, la industria y el manejo integral de los bosques. Se llega, incluso, a hablar de proyectos de viviendas de mayor confort, con iluminación y ventilación sin depender de la climatización artificial, y cosecha de agua entre otras recomendaciones. También se mencionan regulaciones y prohibiciones urbanas para asentamientos expuestos al ascenso del nivel medio del mar; acomodo y relocalización de viviendas de asentamientos costeros afectables, y cambio de funciones de espacios sometidos a eventos de inundación por espacios públicos con edificaciones ligeras, todo lo cual está incorporado en las propuestas desarrolladas en la presente investigación.

[11] Planos E, Guevara AV, Rivero R, Pérez, R, Centella A, Fernández A, et al. Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba. Anales de la Academia de Ciencias de Cuba [Internet]. 2015 [Consultado: 15 de octubre de 2021]; 5(3): 9 p. Disponible en: <https://revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/view/247>

[12] CITMA. Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. La Habana: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente; 2015. [Consultado: 17 de octubre de 2021]. Disponible en: http://euroclimaplus.org/intranet/_documentos/repositorio/02Comunicaci%C3%B3n%20ONUCambio%20Climatico_Cuba.pdf

[13] CITMA. Enfrentamiento al cambio climático en la República de Cuba. LA Habana. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente; 2017.

[14] CITMA. Tercera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. La Habana: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente; 2020. [Consultado: 17 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Third%20National%20Communication.%20Cuba.pdf>

Buenas prácticas internacionales

Con vistas a identificar principios de resiliencia aplicados en entornos costeros se seleccionó una muestra de once ejemplos considerados como buenas prácticas a escala internacional, incluyendo, tanto proyectos ejecutados, como propuestas teóricas resultantes de concursos e investigaciones. Seis de ellos se localizan en América Latina y los cinco restantes, en Europa y América del Norte. Aunque la mayoría constituyen nuevas realizaciones, también se incluyen casos de transformación de viviendas existentes para adaptarse al cambio climático y minimizar sus impactos.

De modo general se constató el uso de materiales propios del clima y la geografía de cada lugar, o provenientes de desechos urbanos, contribuyendo a su re-uso o reciclaje (botellas de PET, neumáticos, entre otros, para los sistemas de flotación). También se evidencia el necesario trabajo con la población para comprender sus necesidades, y promover el arraigo y el entendimiento de la ineludible adaptación.

Las principales tendencias identificadas en el diseño arquitectónico se clasificaron en: viviendas palafíticas; flotantes; de cierres transformables, protectores del calor y permeabilidad variable; con empleo de ecotécnicas, y espacios transformables según la estación del año.

Viviendas palafíticas (sobre pilotes): Las viviendas palafíticas han sido la respuesta ancestral al fenómeno de las inundaciones, fundamentalmente en pueblos pesqueros. Emplean una estructura compuesta por pilotes hincados al suelo que permiten elevarlas sobre el nivel de algún cuerpo de agua o un terreno pantanoso. Su estructura brinda una mayor resiliencia y protege al núcleo vital de la vivienda sobre una cota segura, que deja la planta baja libre e inundable, con lo cual se reduce la vulnerabilidad y se favorece la adaptación.

Viviendas flotantes: Aplican los conceptos de flotabilidad de un barco. Pueden localizarse sobre el agua, amarradas a un muelle y con capacidad de desplazarse de un sitio a otro al igual que una embarcación, o bien ancladas en el terreno, de manera que se eviten los desplazamientos y los movimientos de la marea, brindando la posibilidad de que la vivienda pueda situarse sobre tierra firme o flotar en el momento de la inundación. Esta tipología es conocida como vivienda "anfibia" y consiste en asentar la casa sobre grandes y resistentes pilares para que, en la medida que el nivel de agua suba, la edificación también se eleve, deslizándose por los pilares y flotando en la superficie del agua. Una vez que retrocede el agua, las viviendas descienden a su posición original [15].

Cierres transformables: En estos casos se conciben grandes aberturas para garantizar la iluminación y ventilación naturales, susceptibles de ser transformadas según las necesidades, para proteger la vivienda y hacerla más segura ante algún fenómeno natural temporal. Las fachadas adaptables permiten lograr una total hermeticidad cuando sea necesario.

Cierres protectores del calor y permeabilidad variable: El calentamiento global es otro de los efectos negativos del cambio climático, por lo que se reitera el empleo de estrategias bioclimáticas activas y pasivas que garanticen un mayor confort higrotérmico en los espacios interiores y contribuyan a mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Ecotécnicas para mitigar el cambio climático: En estos casos, se adiciona el aprovechamiento de fuentes renovables de energía, como estrategias de protección ambiental y por tanto, de mitigación de los efectos del cambio climático.

[15] Concepción L. Sistematización de Prácticas de Adaptación al Cambio Climático del Hábitat Popular en Caso de Estudio Cubano [tesis]. Santa Clara: Universidad Central de las Villas Marta Abreu de las Villas, Facultad de Construcciones; 2017.

Espacios transformables según la estación del año:

La flexibilidad espacial y la posibilidad de ampliación o reducción en las viviendas, son estrategias de diseño que favorecen su transformación según las necesidades de los habitantes. La transformación de las viviendas también favorece su adaptación al cambio climático.

Asentamientos costeros en Cuba

Se estima en 262 la cifra de asentamientos costeros en Cuba, de los cuales, 181 serán afectados por la elevación del N.M.M. En una investigación precedente [9] se caracterizaron de manera general, las zonas costeras, los asentamientos y las viviendas ubicadas en estos. A partir del pronóstico elaborado por el Instituto de Planificación Física (IPF) [10] sobre las afectaciones esperadas para diversos escenarios, se tomaron como objeto de estudio 21 asentamientos que cumplieran con los siguientes elementos: a) poseer la clasificación de poblados o urbanos, b) con inundación parcial prevista para 2050 (con afectación parcial sobre el área de uso residencial menor al 75% y mayor al 1%), c) ubicados en costa semi-inundada con manglares y d) con una mayor vinculación con el mar, lo cual se refleja en su arquitectura, costumbres y forma de vida.

Diagnóstico de la muestra objeto de estudio

Mediante la revisión de imágenes satelitales de los asentamientos costeros y sus áreas residenciales, se clasificaron en seis tipos según su morfología urbana: perpendicular a la costa; longitudinal a la costa; longitudinal a la costa con extensión hacia el interior; en forma de península; longitudinal a la costa con ramificaciones hacia el interior; alejados de la costa con acceso a ella; siendo la más común en la muestra la disposición longitudinal a la línea de costa, y el menos recurrente el tipo península. (Figura 3)

Por lo general, están conformados por viviendas aisladas, con mucha dispersión y descontrol del crecimiento urbano, como resultado de la informalidad generada por la población que emigra hacia estos asentamientos buscando el mar como sustento económico.

Según las fuentes consultadas y la información sobre los ingresos económicos de la población residente, se percibe una marcada influencia del mar en su sustento, ya sea directamente a través de la pesca, o indirectamente, por el turismo que atrae, como resultado de lo cual, el alquiler y la inclusión de servicios gastronómicos asociados a la vivienda son actividades con mucha recurrencia.

Según la dependencia económica del mar, en el presente trabajo los asentamientos estudiados se han clasificado en cuatro grupos: aquellos cuya fuente de ingreso no depende del mar; los que tienen dependencia no exclusiva, ya sea por la playa o la pesca; y los que toda su actividad económica se relaciona con él.

Tipos de Morfología Urbana

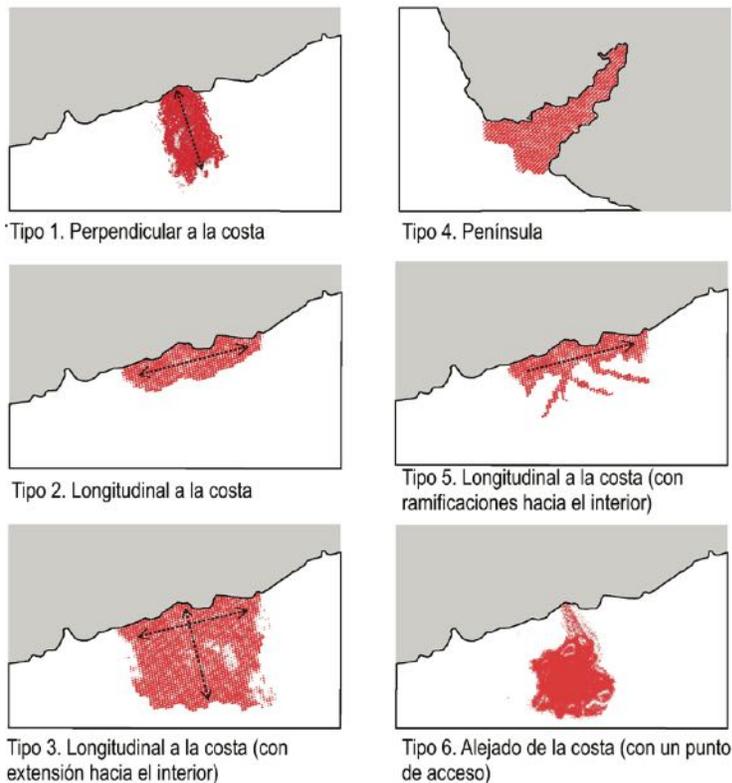
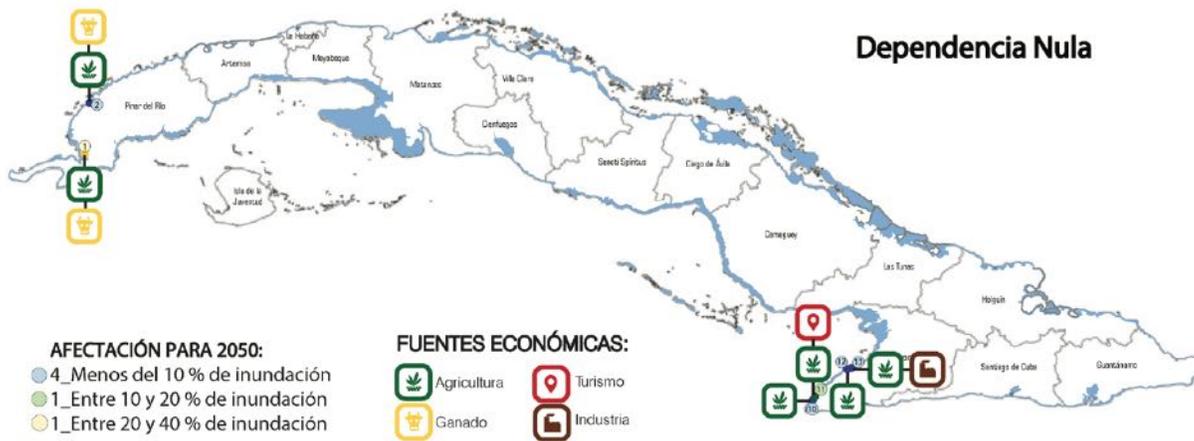


Figura 3. Esquemas de los tipos de morfologías urbanas que se aprecian en los 21 asentamientos humanos costeros localizados en tramos con costas semi-inundadas con manglares. Fuente: Elaborado por las autoras.

En aquellos de dependencia nula existen otras fuentes de ingreso bien definidas, en las que se muestra una población dedicada a actividades básicas, entre las que destacan la agricultura, que suele ser una importante fuente de empleo, así como la silvicultura, la ganadería y el desarrollo industrial. (Figura 4)

Los asentamientos de playa que presentan una dependencia media del mar, en general poseen mejores condiciones económicas, sobre todo cuando reciben turistas de la provincia, lo cual genera viviendas de alquiler y veraneo. Todos ellos desarrollan, además, la pesca y la agricultura, u otras actividades económicas como ganadería, avicultura y desarrollo industrial. (Figura 5) Cuando la dependencia media del mar no responde a la playa, sino a la pesca, también se desarrollan actividades como la agricultura, la ganadería y la industria. (Figura 6)



- _De los asentamientos con dependencia nula el único que tiene una afectación un poco mayor es La Fé, con 35.31%
- _Para 2100 la afectación de La Fé se eleva considerablemente (casi entra en el grupo de afectación total)
- _En el caso de Palma de la Cruz y Ceiba Hueca, del año 2050 al año 2100 pasan de un grupo de afectación a otro

DEPENDENCIA NULA				
Nombre de los Asentamientos	Actividades económicas	Afect. para 2050 (%)	Viviendas Máximas Afectadas 2050	Afect. para 2100 (%)
1-La Fé	Agricultura / Ganado	35.31	70	71.66
2-Dimas	Agricultura / Ganado	1.17	32	7.45
10-Palma de la Cruz	Agricultura	1.82	6	1.83
11-Belic	Agricultura / Turismo (municipal)—sin playa	12.98	68	21.37
12-San Ramón	Agricultura	4.2	82	4.2
13-Ceiba Hueca	Agricultura / Industria	4.58	62	10.88

Figura 4. Análisis de las principales fuentes económicas, dependencia (económica) del mar (nula), porcentaje de afectación para 2050 y 2100 y máxima cantidad de viviendas afectadas para 2050. Elaboración: Autoras, según datos del IPF, 2020. [10]



DEPENDENCIA MEDIA (con playa)				
Nombre de los Asentamientos	Actividades económicas	Afect. para 2050 (%)	Viviendas Máximas Afectadas 2050	Afect. para 2100 (%)
3-Puerto Esperanza	Turismo (provincial) / Pesca / Agricultura	1.73	70	10.29
4-Playa El Morrillo	Turismo (provincial) / Pesca / Agricultura	12.13	63	32.02
5-La Panchita	Turismo (provincial) / Pesca / Agricultura / Ganado	28.15	107	45.84
8-Punta Alegre	Turismo (provincial) / Pesca / Agricultura	44.3	176	55.86
14-Guayabal	Turismo (provincial) / Pesca / Agricultura / Industria	49.55	445	56.72
15-Santa Cruz del Sur	Turismo (provincial) / Pesca / Agricultura / Industria	6.11	503	6.48
20-Boca de Galafre	Turismo (provincial) / Pesca / Agricultura	31.73	161	46.17

Figura 5. Análisis de las principales fuentes económicas, dependencia (económica) del mar (media, por playa), porcentaje de afectación para 2050 y 2100 y máxima cantidad de viviendas afectadas para 2050. Elaboración: Autoras, según datos del IPF, 2020. [10]



DEPENDENCIA MEDIA (solo con pesca)				
Nombre de los Asentamientos	Actividades económicas	Afect. para 2050 (%)	Viviendas Máximas Afectadas 2050	Afect. para 2100 (%)
6-Carahatas	Pesca / Agricultura / Ganado	69.49	177	96.58
18-Surgidero de Batabanó	Pesca / Agricultura / Ganado / Industria	14.41	369	89.53
19-La Coloma	Pesca / Agricultura / Industria	45.79	947	70.13
21-Cortés	Pesca / Agricultura / Industria	1.01	11	5.25

Figura 6. Análisis de las principales fuentes económicas, dependencia (económica) del mar (media, por pesca), porcentaje de afectación para 2050 y 2100 y máxima cantidad de viviendas afectadas para 2050. Elaboración: Autoras, según datos del IPF, 2020. [10]

Los asentamientos con alta dependencia del mar presentan la mejor situación económica como consecuencia de los ingresos provenientes del turismo. Todos desarrollan, además, la pesca como una de sus actividades principales. Contradictoriamente, en el pronóstico ofrecido por el IPF (2020) [10] se evidencia que los que poseen asentamientos costeros con menor dependencia económica del mar serán los menos afectados por el aumento de su nivel, por lo que no sería necesario trasladar las viviendas existentes. (Figura 7)

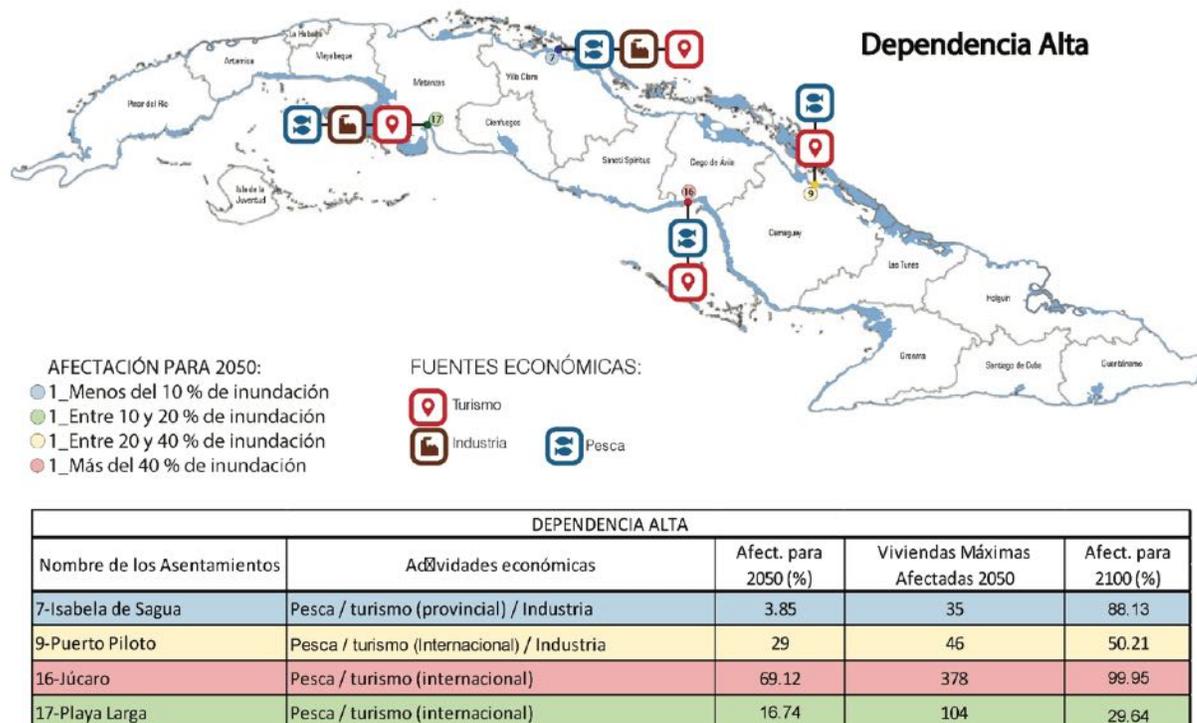


Figura 7. Análisis de las principales fuentes económicas, dependencia (económica) del mar (alta), porcentaje de afectación para 2050 y 2100 y máxima cantidad de viviendas afectadas para 2050. Elaboración: Autoras, según datos del IPF, 2020. [10]

Las viviendas

Se pudo constatar la diversidad de las viviendas en cuanto a la forma y los materiales de construcción empleados de acuerdo con el contexto, las posibilidades económicas, los recursos disponibles y la tradición constructiva heredada. De modo general, predominan las viviendas aisladas unifamiliares de bajo estándar, de uno y dos niveles, localizadas generalmente cercanas al borde costero. (Figuras 8 y 9)



Figura 8. Vivienda en Isabela de Sagua, Villa Clara. Fuente: Tomado de Internet.



Figura 9. Viviendas en Santa Cruz del Sur. Fuente: Tomado de Internet.

Se aprecia una mezcla que incluye modelos tradicionales y viviendas contemporáneas, estatales o autoconstruidas. La tradición vernácula se ha ido perdiendo, los materiales naturales se han ido sustituyendo por otros más resistentes y duraderos, con lo cual también ha cambiado la forma de las viviendas.

A partir de la observación se identificaron cinco tipos volumétricos básicos según la forma de la cubierta, con variantes en función de la presencia de otros elementos como cobertizo y diversos tipos de portal o galería: A. Dos aguas, perpendicular al frente, B. Dos aguas, paralela al frente, C. Cuatro aguas, D. Cuatro aguas, pareada o en hilera, E. Horizontal o a un agua. La tipología que más abunda en los 21 asentamientos seleccionados, es el tipo A, y el menos común es el D. (Figura 10)

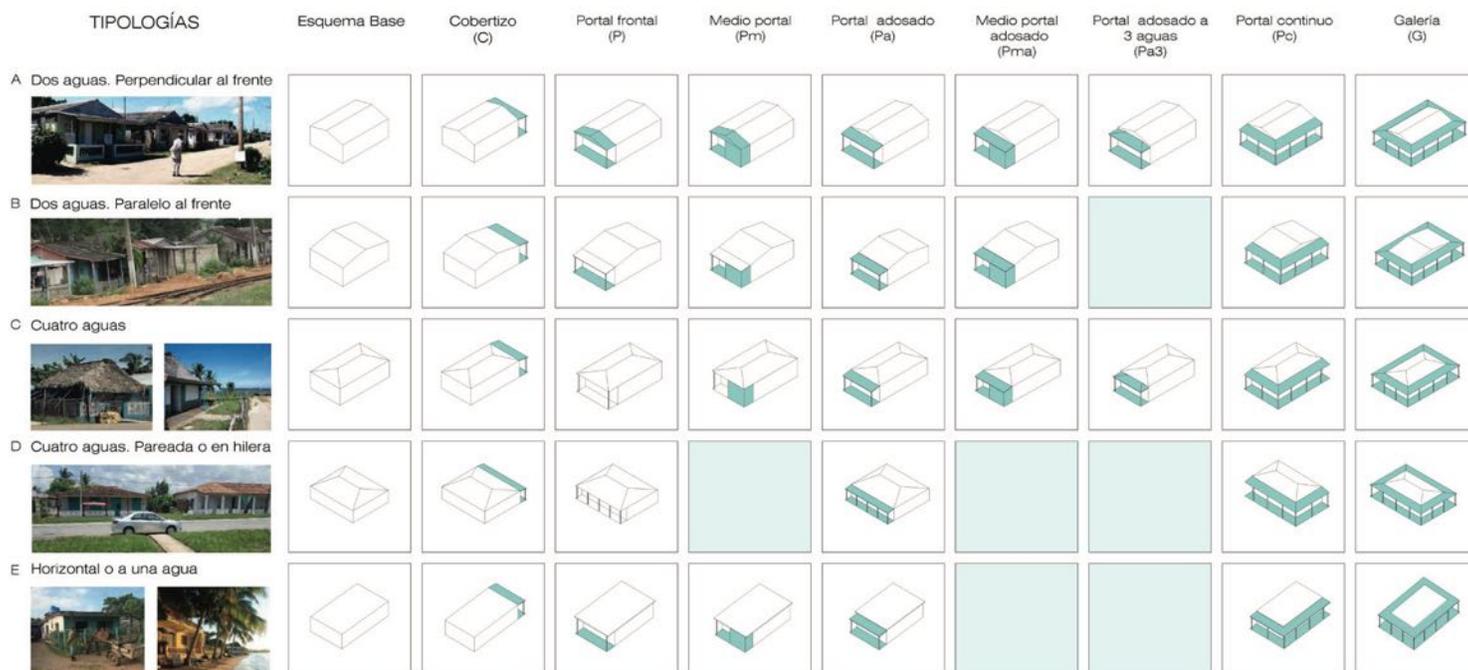


Figura 10. Cuadro resumen de las diferentes tipologías arquitectónicas existentes en los asentamientos costeros. Elaboración: Autoras.

En relación con los materiales empleados para la construcción de las viviendas, de manera general se identifican dos tipos de muros exteriores: de madera o de albañilería (ladrillos cerámicos o bloques de mortero). Sin embargo, las cubiertas presentan mayor diversidad, según la región geográfica. En todos los casos se emplean cubiertas de guano, tejas metálicas, de asbesto cemento o cerámicas y losas de hormigón, pero mientras que en occidente predomina este último, en oriente abunda más la teja metálica.

Soluciones populares para reducir la vulnerabilidad

En aras de protegerse de los efectos del CC y los frecuentes eventos meteorológicos extremos, la población que habita en estos asentamientos ha ido desarrollando diversas acciones espontáneas de adaptación y resiliencia frente a los fenómenos hidrometeorológicos. Esa experiencia acumulada asimila también las tradiciones constructivas locales mediante el uso de recursos autóctonos, que han demostrado un significativo grado de efectividad [15].

Entre las mejores prácticas identificadas se encuentra el uso de barreras naturales y artificiales ante la penetración del mar. Las naturales consisten en cercas rústicas de madera en la primera línea de costa y barreras de mangles que pueden resultar efectivas para mitigar variaciones moderadas [16] del nivel del mar, mientras que las artificiales se logran mediante muros de materiales pétreos (hormigón y albañilería), que funcionan como rompeolas, reduciendo el embate promedio del mar. Estas barreras pueden resultar más efectivas que las naturales, aunque tienen un mayor impacto ecológico [17].

También es común el cambio o sustitución de materiales por otros más resistentes en la sección inferior de los muros exteriores, que generalmente es la más afectada por la humedad, o el reforzamiento estructural de una sección de la vivienda que es usada como refugio en caso de eventos extremos. En ocasiones se crean pequeños núcleos rígidos provisionales para resistir el evento. La sustitución de materiales por otros más durables también se aplica a las cubiertas, acciones que, por lo general, se realizan luego del paso de un evento hidrometeorológico extremo. [17]

Otra práctica habitual consiste en la protección del mobiliario y otras pertenencias en el interior de la vivienda, colocándolos a una altura no alcanzable por el nivel del mar [15]. Por último, también es posible reubicar la vivienda dentro del asentamiento, mediante la construcción o compra de una nueva más resistente al medio y a eventos extremos, en terrenos más seguros. A esto se suman las iniciativas estatales de reconstrucción de las viviendas afectadas por eventos extremos [17].

Recomendaciones. Principios de actuación y de diseño

Para los 21 asentamientos seleccionados en las franjas de costa semi-inundada con manglares, que estarán parcialmente inundados en 2050 [10], se proponen principios de actuación según la clasificación adoptada. (Figura 11) Para ello se tuvo en cuenta la subida esperada del N.M.M.y la cantidad (mínima y máxima) de viviendas que estarían afectadas en 2050,

- [16] Cabrera R. Estudio de caso del asentamiento Carahatas para la adaptación del hábitat costero al cambio climático en el Proyecto ADAPTO [tesis]. Santa Clara: Universidad Central de las Villas Marta Abreu de las Villas, Facultad de Construcciones; 2019.
- [17] Acosta HD. Propuesta de soluciones adaptativas para el hábitat aplicable al impacto del cambio climático en Cuba [tesis]. Santa Clara: Universidad Central de las Villas Marta Abreu de las Villas, Facultad de Construcciones; 2018. [Consultado: 15 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://1library.co/document/qvl85gdy-propuesta-soluciones-adaptativas-habitat-aplicable-impacto-cambio-climatico.html>
- [18] Rodríguez Fernández EL (Coord.), García S, Más V, Morcate F, Recondo R., Rodríguez W, Soto M, Zardoya MV La Arquitectura del Movimiento Moderno. Selección de Obras del Registro Nacional. La Habana: Unión, 2011.

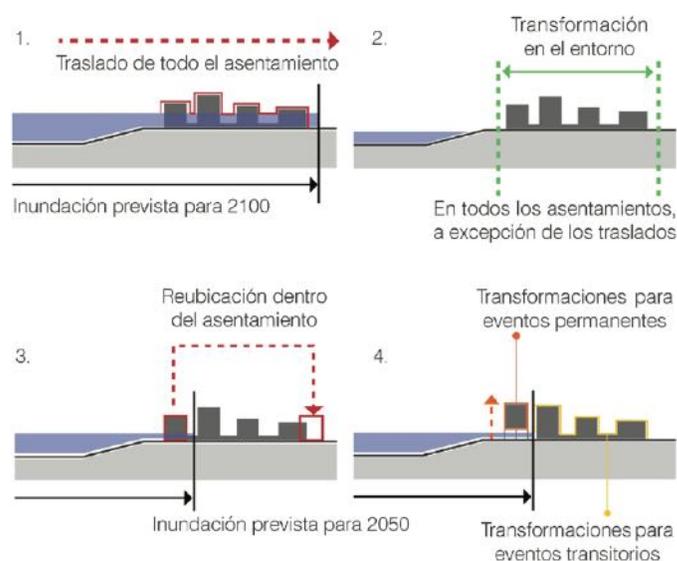


Figura 11. Principios de actuación que se llevarán a cabo en los asentamientos. Elaboración: Autoras.

así como la situación esperada para 2100, según los pronósticos [10], y el estado técnico constructivo de las viviendas existentes.

Los asentamientos que tendrán una afectación casi total para 2100 (más del 85% del área del asentamiento quedará inundada) deberán ser totalmente trasladados hacia un lugar lo más cercano posible al asentamiento de origen, pero sin riesgo de inundación permanente. A mediano plazo podrá transformarse el entorno urbano y reubicar algunas viviendas, mientras que a corto plazo deberá transformarse el entorno inmediato de las viviendas en riesgo de inundación. Podrían reubicarse en el mismo asentamiento aquellas viviendas localizadas bajo la cota de inundación para 2050 que presentan un mal estado técnico constructivo, las que están cerca del fin de su ciclo de vida, y aquellas cuyo rescate y transformación no sea rentable.

Los asentamientos que no serán trasladados deberán transformarse para eventos transitorios o permanentes, según la ubicación de las viviendas con respecto a la cota de inundación prevista para 2050. Las que se encuentren por debajo de ese nivel, posean una buena resistencia y se encuentren al inicio de su ciclo de vida, deberán ser transformadas para adecuarse a la elevación del nivel del mar como evento permanente. Las ubicadas por encima de esa cota solo se verán afectadas por eventos extremos de corta duración por lo cual debe preverse su posible transformación transitoria en esos momentos.

Como parte de los resultados, se proponen principios generales de diseño a aplicar tanto en las transformaciones del entorno y las viviendas, como en las nuevas inserciones que se realicen, teniendo en cuenta las necesidades sociales, los efectos del cambio climático y la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos.

Transformaciones en el entorno

Accesibilidad: Adaptar y reforzar el sistema de infraestructuras urbanas a través de puentes, pasarelas y caminos elevados, que se comuniquen con el acceso principal de la vivienda.

Barreras de protección: Conservar o restaurar los ecosistemas de barrera natural como los manglares ante fenómenos climáticos, adaptables en el largo plazo para reducir el impacto de las olas sobre la línea de costa y la velocidad y fuerza del viento. Plantar arbustivas en la primera línea de costa para ralentizar la velocidad del agua, dirigir su recorrido y controlar la erosión costera (jardín pluvial). También es posible construir diques rompe olas con elementos naturales como estacas de madera. Crear barreras temporales en zonas con poco espacio disponible u otras donde la instalación de una barrera permanente pueda entorpecer el uso (sacos o elementos rellenos de agua o arena, diques hinchables, barreras modulares y compuertas estancas mecanizadas). Asimismo, para contener la inundación pueden crearse barreras de tierra, taludes, diques, pendientes o terraplenes integrados en el paisaje.

Diseño de las viviendas

Interpretación contemporánea de la tradición vernácula costera que consiste en el uso de los materiales tradicionalmente empleados, que constituyen recursos disponibles en el asentamiento, mediante sistemas constructivos adaptados al entorno y adecuados al clima, usando formas básicas para construir lugares habitables y confortables, como techos inclinados, portales, terrazas, viviendas elevadas y uso de áticos.

Incorporación de las buenas prácticas del Movimiento Moderno cubano, que asimiló creativamente y con gran sabiduría la tradición espacial (sencillez de la expresión formal; integración al paisaje circunstante; fluidez espacial, grandes aberturas, y adecuación al clima) [18]. Esto pudiera entrar en contradicción con la protección requerida ante eventos extremos, por lo que la arquitectura tendría que transformarse para adaptarse al cambio de las condiciones ambientales, a través de cierres móviles o desmontables, o adicionando otros elementos que protejan temporalmente las zonas vulnerables.

Identidad: Los diseños deben partir de las tradiciones y formas de vida de la población, con una fuerte influencia y dependencia del mar, la agricultura, la ganadería y el turismo, por lo que se requieren espacios para almacenar equipamiento de trabajo, viviendas de alquiler y espacios productivos, siempre partiendo de las buenas soluciones de la arquitectura vernácula costera.

[19] Izquierdo C. Viviendas de madera resilientes a huracanes. Guía sobre construcción y reparaciones seguras. Dominica: Hábitat para la humanidad Internacional, HPHI; 2018. [Consultado: 04 de noviembre de 2021]. Disponible en: https://www.habitat.org/sites/default/files/documents/20181009_CASAS%20MADERA%20RESILIENTES%20HURACANES_Dominica_print-compressed.pdf

Factibilidad económica: Las viviendas deben ser económicas, con costos al alcance de usuarios humildes que viven de la pesca y la agricultura. Es necesario diseñar con criterios de flexibilidad y adaptación para aprovechar al máximo el espacio construido, según la evolución de la familia y con posibilidad de usos productivos.

Progresividad / Flexibilidad: Es fundamental que los usuarios tengan la posibilidad de modificar sus hogares según sus necesidades. La vivienda progresiva permite la evolución en el tiempo mediante la ampliación, reducción, completamiento, o mejoramiento, según las fases concebidas.

Conservación del patrimonio construido: Las viviendas que deban ser salvadas de la destrucción por eventos extremos o inundaciones podrán ser transformadas de forma permanente. Esta decisión dependerá del deterioro ocasionado por el tiempo que llevan resistiendo los efectos del cambio climático, la infraestructura que las sostiene y el tiempo de vida útil que le resta a la vivienda.

Reubicación cercana a la localización actual: Cuando sea inevitable la demolición de viviendas habitadas que corren riesgo de inundación permanente y deban ser sustituidas es importante tener en cuenta que los pobladores de estos asentamientos se encuentran muy arraigados al sitio en que viven y sus ingresos económicos dependen del mar, por lo que es imprescindible que las nuevas viviendas se construyan en el entorno actual.

Previsión de inundación en nuevos asentamientos de viviendas: Construir por detrás de la línea de inundación prevista para 2050, a distancia peatonal del mar y dentro del asentamiento.

Sobre la estructura y la envolvente:

Elevar las viviendas: Las viviendas deberán elevarse por encima de la cota de inundación pronosticada para 2050, sobre una estructura (pilares, pilotes o muros de carga) resistente al medio agresivo, dejando una transparencia hidráulica que permita la escorrentía a través de las edificaciones sin obstrucciones.

Viviendas flotantes o anfibas: A las viviendas a transformar que se encuentren sobre pilotes, se les podrá adosar un sistema de flotación, para que cuando las inundaciones sobrepasen su nivel de piso se adapten, con una estructura móvil en sentido vertical, que permita su conservación.

Estructura modular: Favorece la flexibilidad, modificación y fácil distribución de los espacios.

Paneería modular exterior e interior: Se puede producir en serie, es fácil de montar y desmontar, y permite la flexibilidad de uso de los espacios, genera menos cantidad de desechos en la etapa de deconstrucción y posibilita el reuso y reciclaje.

Estructura metálica: Es ligera y permite uniones secas que favorezcan el montaje y desmontaje al final de la vida útil de la vivienda, con vistas al reciclaje. Estos elementos deberán tener un tratamiento inoxidable previo.

En la Figura 12 se presentan de forma esquemática, las recomendaciones generales de diseño de las viviendas en relación con la estructura y la envolvente.

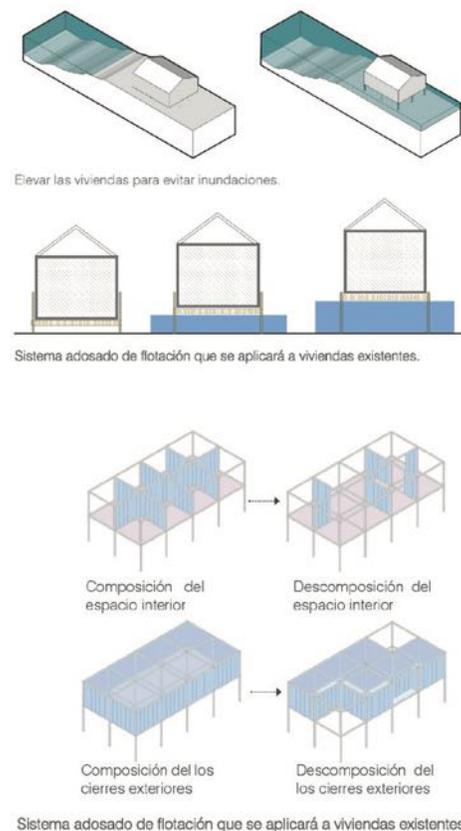


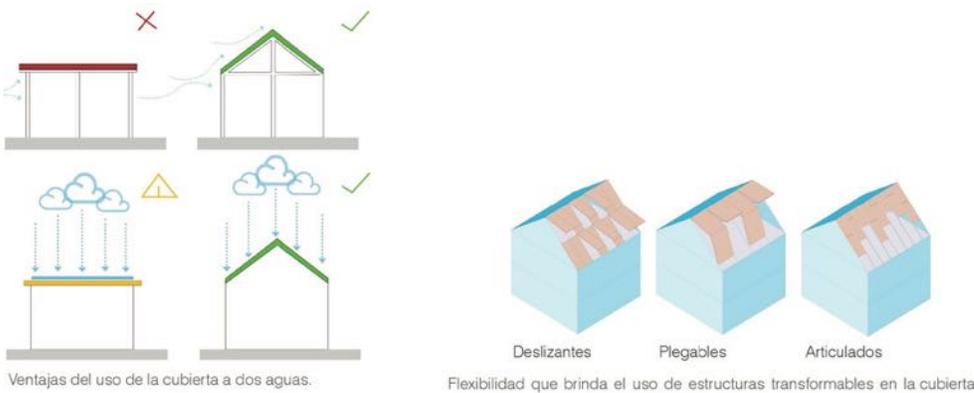
Figura 12. Recomendaciones generales de diseño de las viviendas. Sobre la estructura y la envolvente. Elaboración: Autoras.

Sobre la cubierta:

Cubierta a dos aguas: La cubierta inclinada favorece la rápida evacuación del agua, su forma ofrece poca resistencia a la acción del viento y recibe menor cantidad de radiación solar que la cubierta horizontal, además de que la estructura es más resistente [19].

Estructuras transformables: Es posible aprovechar la cubierta como elemento de cierre, donde puedan existir grandes aberturas que se cierren durante el período de tormentas para proteger la edificación.

En la Figura 13 se presentan de forma esquemática, las recomendaciones generales de diseño de las viviendas en relación con las cubiertas.



[20] FEMA. Guía del constructor de viviendas para la construcción costera. SERIE DE Hojas Informativas Técnicas. Estados Unidos: Federal Emergency Management Agency; 2010. [Consultado: 04 de noviembre de 2021]. Disponible en: https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema499_2010_edition_spanish.pdf

Figura 13. Recomendaciones generales de diseño de las viviendas. Sobre la cubierta. Elaboración: Autoras.

Sobre los vanos:

Cierres transformables: Utilizar cierres que permitan abrir o cerrar por completo el espacio, dependiendo de la necesidad, y que, además, favorezcan el control de la luz y el viento (incluidos los de tormenta), a diferencia de las ventanas fijas tradicionales que no permiten eliminar los límites espaciales entre el exterior y el interior.

Uso de elementos desmontables: Empleo de celosías y barandillas que puedan desmontarse, para que en caso de eventos extremos no sean desprendidos por fuertes vientos.

Instalación temporal de tormenteras: Emplear tormenteras, principalmente para proteger ventanas de vidrio, que pueden ser destruidas durante eventos extremos, por la incidencia de fuertes vientos o de escombros arrojados [20].

Sobre la organización espacial:

Vías de escape seguras: Conviene disponer de vías de evacuación y áreas de refugio sobre el nivel de inundación, contemplando la estrategia de planificación para el peor de los supuestos, en el que se necesite un acceso de emergencia para servicios de rescate por barcos; para ello incluir terrazas y balcones en pisos altos.

Espacios seguros elevados: Priorizar espacios seguros dentro de la vivienda que permitan resguardar y proteger los equipos electrodomésticos (áticos, mezanine, refugios, espacios bajo escalera), con el aprovechamiento del espacio en vertical.

Planta Baja para actividades temporales: Las zonas inundables se destinarán cuando sea posible y tengan una altura bajo viga de 2,40 m, para actividades secundarias de la vivienda.

Sobre las instalaciones:

Aprovechamiento de las fuentes renovables de energía: Se debe prever el empleo de sistemas fotovoltaicos, calentadores y secadores solares, que se desmontarán en caso de tormentas y se almacenarán hasta pasado el evento.

No empotrar instalaciones: Dejar las instalaciones a vista minimiza el costo de la vivienda, facilita su fácil instalación y mantenimiento en caso de rotura.

Recolección de agua de lluvia: Se puede utilizar cualquier superficie no permeable en techos o patios donde escurra el agua de lluvia y sea factible recolectarla, reduciendo la dependencia del suministro externo de agua potable y la escorrentía hacia el predio con sus efectos erosivos, además de ayudar a controlar las inundaciones. Esto se realiza a través de canales hacia un tanque de recolección pluvial.

En la Figura 14 se presentan de forma esquemática, las recomendaciones generales de diseño de las viviendas en relación con los vanos, la organización espacial y las instalaciones.

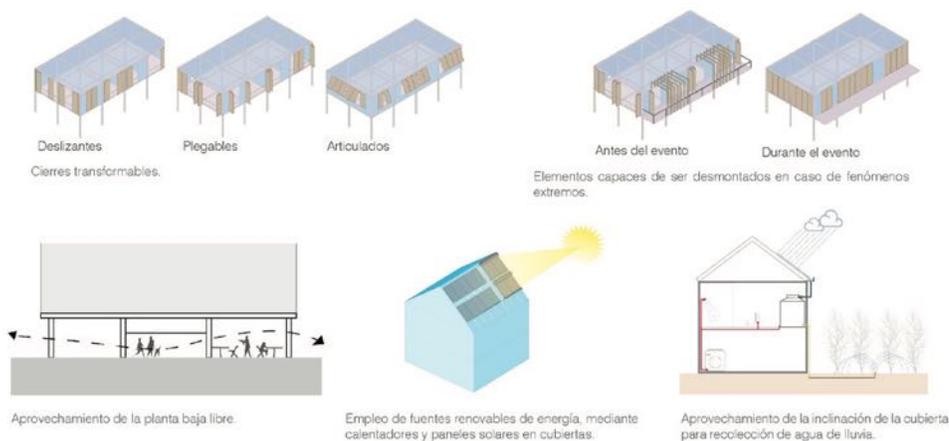


Figura 14. Recomendaciones generales de diseño de las viviendas. Sobre los vanos, la organización espacial y las instalaciones. Elaboración: Autoras.

Conclusiones

Entre las principales afectaciones que el Cambio Climático ocasiona a los asentamientos costeros en El Caribe se encuentran la elevación de la temperatura y el nivel medio del mar, y el incremento de la intensidad y frecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos, todo lo cual generará importantes impactos ambientales, económicos y sociales. En este sentido, la gestión para mejorar la resiliencia de los asentamientos humanos costeros debe considerar el ciclo de vida de las viviendas y su durabilidad en las estrategias, tanto para la transformación de las existentes, como en los nuevos diseños que puedan ser deconstruibles al final de su vida útil.

Las buenas prácticas internacionales demuestran que es posible hacer más resilientes las viviendas costeras mediante soluciones palafíticas, flotantes y transformables con empleo de diversas ecotécnicas.

Se estima la existencia de 262 asentamientos costeros en Cuba, distribuidos en 15 tramos caracterizados por tres tipos de faja costera, de los cuales, 181 se verán afectados por la elevación del nivel medio del mar. En la muestra seleccionada de 21 asentamientos objeto de estudio se identificaron 6 tipos morfológicos, predominando el desarrollo longitudinal a la línea de costa, y 5 tipos volumétricos de vivienda.

Se concluye que en la toma de decisiones es imprescindible considerar el ciclo de vida. Según la magnitud de la inundación y la calidad de las viviendas se proponen cuatro posibles principios de actuación que incluyen el traslado total de los asentamientos más vulnerables, la transformación del entorno urbano y de las viviendas ante eventos permanentes o transitorios, y la reubicación de viviendas dentro del propio asentamiento, haciéndolas más resilientes mediante soluciones palafíticas, flotantes y transformables, con empleo de diversas ecotécnicas.

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERESES

Las autoras declaran que no existen conflictos de intereses que pudieran representar un riesgo para la publicación del artículo.

DECLARACIÓN DE DE LA CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Dayra Gelabert Abreu: Conceptualización, Investigación, Metodología, Visualización, Escritura – revisión y edición.

Dania González Couret: Conceptualización, Investigación, Metodología, Visualización, Escritura – revisión y edición.

Arleet Díaz San Juan: Conceptualización, Investigación, Metodología, Visualización, Escritura – revisión y edición.

Larisbel Navarro Michelena: Conceptualización, Investigación, Metodología, Visualización, Escritura – revisión y edición.

Michelle Rodríguez Triana: Conceptualización, Investigación, Metodología, Visualización, Escritura – revisión y edición.



Dayra Gelabert Abreu
Arquitecta. Doctora en Ciencias Técnicas.
Profesora Auxiliar Facultad de Arquitectura
de la Universidad Tecnológica de La Habana
José Antonio Echeverría CUJAE, Cuba.
E-mail: dayragelabert@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-7765-7217>



Dania González Couret
Arquitecta. Doctora en Ciencias. Profesora
Titular Consultante Facultad de Arquitectura
de la Universidad Tecnológica de La Habana
José Antonio Echeverría CUJAE, Cuba.
E-mail: daniagcouret@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-7765-7217>



Arleet Díaz San Juan
Arquitecta. Especialista A en Obras de
Arquitectura e Industriales, ECOT, La
Habana, Cuba.
<https://orcid.org/0009-0009-2399-3344>



Larisbel Navarro Michelena
Arquitecta. Especialista C de Proyectos e
Ingeniería, EMPROY 2, La Habana, Cuba.
<https://orcid.org/0009-0003-3946-7193>



Michelle Rodríguez Triana
Arquitecta. Especialista B de Proyectos e
Ingeniería, EPROYIV, La Habana, Cuba.
<https://orcid.org/0009-0003-0121-2638>





Impacto del cambio climático en el desempeño térmico de viviendas según su nivel de altura

Impact of Climate Change on the Thermal Performance of Houses According to their Altitude Level

Manuela Murillo Galvis, Juan Sebastián Calle Medina, Santiago Jaramillo Betancourt, María Alejandra Garavito Posada y Elizabeth Parra Correa

RESUMEN: La construcción de viviendas de interés social (VIS) en Colombia ha desarrollado tipologías que redunden en mayor eficiencia constructiva y económica, sin diferir en el diseño según la ubicación. Esta contribución evalúa el desempeño térmico de una vivienda replicada en diferentes niveles de un proyecto en Bello, Antioquia, Colombia. Se realizaron mediciones en el sitio, y se utilizó el software RHINO 3D con Grasshopper para la evaluación según el cambio climático (años 2050 y 2080). En el piso intermedio, la sala presenta un 74% del tiempo en confort en el escenario actual y un 24% en situación de frío. Sin embargo, si esta se ubica en el último nivel, el tiempo en confort disminuye al 67%. En el escenario 2080 el tiempo en confort se incrementa en el caso base, pero disminuye en el último nivel. Estos resultados invitan a considerar el diseño de forma diferenciada para las viviendas según la altura.

PALABRAS CLAVE: desempeño térmico, vivienda de interés social, tipología, niveles, cambio Climático

ABSTRACT: The construction of social housing (VIS) in Colombia has developed typologies that result in greater constructive and economic efficiency, without differing in design depending on the location. This contribution evaluates the thermal performance of a house replicated at different levels of a project in Bello, Antioquia, Colombia. Measurements were made at the site, and RHINO 3D software with Grasshopper was used for the evaluation according to climate change, (years 2050 and 2080). On the intermediate floor, the living room provides 74% of the time in comfort in the current scenario and 24% in a cold situation. However, if it is located on the top level, the time in comfort decreases to 67%. In the 2080 scenario, the time in comfort increases in the base case, but decreases in the last level. These results invite us to consider the design in a differentiated way for the houses according to the height.

KEYWORDS: thermal performance, social housing, typology, levels, climate Change.

RECIBIDO: 10 diciembre 2022

ACEPTADO: 15 febrero 2023

Introducción

El confort térmico de una vivienda tiene gran influencia en el bienestar de los ocupantes de acuerdo con la calidad ambiental interior, existiendo vínculos entre la exposición a temperaturas interiores bajas o altas con las afectaciones en la salud y el bienestar, que tienen, como alerta principal, el aumento de temperatura debido al cambio climático.

Estas variaciones del clima producidas por la influencia humana han tenido un ritmo sin precedente. Según el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), el calentamiento global probablemente alcanzará los 1,5 °C entre 2030 y 2052, poniendo a las comunidades vulnerables en un riesgo desproporcionadamente mayor de sufrir consecuencias adversas relacionadas con el clima.

En el más reciente Reporte sobre cambio climático – AR6, se llama la atención sobre la necesidad de extremar medidas para garantizar un aumento de la temperatura por debajo de 1,5°C. Para esto, sería necesario reducir, de manera inmediata, las emisiones de gases efecto invernadero [1]. Lo anterior sugiere la revisión de la vulnerabilidad de las viviendas, tanto las de nuevas edificaciones, como en la habitabilidad de las existentes, en contextos de cambio climático, mediante estrategias pasivas que disminuyan el consumo de energía por refrigeración y la emisión de gases de efecto invernadero.

La construcción de viviendas de interés social en Colombia se ha basado principalmente en la estandarización, para responder a la alta demanda y a los límites económicos que esta tipología presenta. En el país, según la Guía No 2 de Asistencia Técnica para Vivienda de Interés Social, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, se requiere que toda construcción cuente con materiales apropiados que garanticen el confort de los habitantes, al igual que un adecuado desempeño térmico, acústico y lumínico [2, p.47].

Al priorizar la construcción de este tipo de viviendas sólo en el aspecto de la masificación, se dejan de lado las necesidades de confort climático del usuario, y con el tiempo es posible que la vivienda no sea sostenible para las personas [3].

En la última década, los proyectos de vivienda de interés social en América Latina han dado prioridad a la cantidad, y no la calidad de estas, y por tanto, el diseño arquitectónico ha quedado relegado a un segundo plano [4], generando que las viviendas tengan un diseño similar, sin diferencias relacionadas con el lugar de implantación y las implicaciones ambientales que se derivan del contexto. Por otra parte, en la selección de los materiales a utilizar en su construcción y/o en los acabados, se priorizan las variables de tipo económico sobre las variables que pueden tener una gran influencia, como el nivel de implantación o el análisis del piso térmico.

En lo que respecta a la normativa para las construcciones de viviendas sostenibles en Colombia, debe mencionarse la Resolución 0549 de 2015 que busca, a partir de incentivos económicos, que en las nuevas edificaciones se generen estrategias pasivas y activas para el ahorro de agua y energía. [5 p.56]. Esta norma adopta como clasificación climática de Colombia, la Tipo Caldas, una de las utilizadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, que se basa en el factor térmico, es decir que, que hay una variación en la temperatura de un lugar de acuerdo con la altitud de este, por lo cual se establecen unos tipos de pisos térmicos: cálido, templado, frío, muy frío, y extremadamente frío [6, p.266]. Dentro de las edificaciones que acoge la resolución, se encuentran las viviendas de interés social – VIS, las cuales deberán lograr como porcentajes mínimos

- [1] IPCC Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report. Climate Change 2021: The Physical Science Basis [report multimedia]. 2021 [consultado: 4 mayo 2022]. Disponible en: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf
- [2] Díaz Reyes CA, Ramírez Luna JA (editores). Los materiales en la construcción de vivienda de interés social. Guías de Asistencia Técnica para Vivienda de Interés Social. No. 2. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; 2011. Disponible en: https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/2020-07/guia_asis_tec_vis_2.pdf
- [3] Giraldo C, Bedoya C, Alonso LA. Eficiencia Energética y Sostenibilidad en la Vivienda de Interés Social en Colombia. En: Libro de Ponencias: Greencities & Sostenibilidad. Inteligencia aplicada a la sostenibilidad urbana. Convocatoria de Comunicaciones Científicas. Málaga: Palacio de Ferias y Congresos de Málaga-Ayuntamiento de Málaga; 2015. pp.155-180. [Consultado: 25 de abril de 2022]. Disponible en: https://oa.upm.es/42543/1/INVE_MEM_2015_229809.pdf
- [4] Pérez AL. El diseño de la vivienda de interés social. La satisfacción de las necesidades y expectativas del usuario. Revista de Arquitectura [Internet]. 2016 [consultado: 25 de abril de 2022]; 18(1):[67-75 pp.]. Disponible en: <https://doi.org/10.14718/RevArq.2016.18.1.7>
- [5] Resolución 0549 de 2015. Por la cual se reglamenta el Capítulo 1 del Título 7 de la parte 2, del Libro 2 del Decreto 1077 de 2015, en cuanto a los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la Guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones. Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. República de Colombia. Bogotá, 2015. [Consultado: 3 de abril de 2022]. Disponible en: <https://ismd.com.co/wp-content/uploads/2017/03/Resoluci%C3%B3n-549-de-2015.pdf>
- [6] Moreno G, González OC, Cadena M, Benavides H, Ruiz F, Montealegre E, Ortiz JC, Montoya RD. Atlas Climatológico de Colombia. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM; 2017. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023777/CLIMA.pdf>

de ahorro (optativo) los siguientes: en clima frío, en clima cálido seco y en clima cálido húmedo, el 20%, y en clima templado, el 15%.

Según la Hoja de Ruta Nacional de Edificaciones Neto Cero Carbono, las políticas nacionales para lograr las metas incluyen ciertos requerimientos, tales como realizar auditorías energéticas periódicas, promover certificaciones que tengan un concepto de neto cero carbono operacional para edificaciones existentes y desarrollar códigos de eficiencia energética para las remodelaciones, así como el desarrollo de acciones nacionales de tecnologías y capacidades para lograr las metas.

Sin embargo, la especificación de la diferenciación en el diseño de las tipologías de edificaciones según el nivel de ubicación en altura y la relación con su contexto debería también ser considerada como estrategia para contrarrestar los efectos del cambio climático y el aumento de temperatura, además de reducir el consumo energético por refrigeración en las tipologías en las que se podría presentar un aumento de temperatura considerable [7]. Según el sexto reporte del IPCC, en el escenario más crítico se podría tener un aumento en la temperatura promedio de hasta 4 grados sin alcanzar un pico de crecimiento en 2100, con tendencias en aumento, lo que modificaría drásticamente las condiciones de habitabilidad actuales.[8]

Los elementos con mayor ganancia térmica en climas tropicales son las cubiertas, que reciben cuatro veces más radiación solar directa que las paredes. La diferenciación en el diseño de las tipologías de edificaciones según el nivel de ubicación en altura debe tener en cuenta esto para trazar una ruta de incorporación de estrategias [9].

De acuerdo con lo anterior, el objetivo de la investigación fue evaluar las consecuencias de las dinámicas actuales de construcción en altura de la vivienda de interés social, con un alto desarrollo en las ciudades en expansión y urbanizaciones masivas, donde no hay diferenciación respecto a la altura y el nivel de localización de los apartamentos. Se quiere tener conocimiento del desempeño térmico y el confort en cada una de las viviendas para identificar el nivel de vulnerabilidad al cambio climático y a la posibilidad de estar más tiempo en confort según el modelo adaptativo. Es necesario minimizar los efectos del cambio climático en ambientes interiores, principalmente en entornos con un crecimiento acelerado, como son las ciudades suramericanas, en donde los habitantes sufren incomodidad frente al ambiente térmico en las viviendas, debido al aumento de temperatura por las islas de calor [10].

Esto permitiría, adicionalmente, la elaboración de estrategias y herramientas de diseño a incorporar en los proyectos, para identificar los puntos diferenciadores según el nivel de intervención en altura y la diferenciación del contexto medioambiental como factores determinantes de la sostenibilidad de las viviendas a lo largo del tiempo, y su adaptación al cambio climático.

Es importante resaltar que los materiales deben contar con propiedades térmicas apropiadas al clima y al modelo de la edificación, para lograr un buen desempeño o confort térmico. La evaluación de la materialidad actual de las construcciones no difiere respecto al lugar o el nivel de altura de implantación de la vivienda. Lo anterior puede llegar a ser un determinante y un camino para seguir en investigaciones futuras.

El grupo de investigación de la Universidad EIA analizó varias viviendas en el Valle de Aburrá, evidenciando que presentaban una inercia térmica baja, con fluctuaciones en la temperatura interna en las diferentes horas del día. La mayoría del tiempo, la temperatura se mantuvo por debajo del intervalo de confort [11]. Se tuvo como premisa que con el cambio climático

[7] Ospina A, Arroyave N, Pupo L, Ferro M, Lizcano JD, Uribe S. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial. Hoja de Ruta Nacional de Edificaciones Neto Cero Carbono. Bogotá: Consejo Colombiano de Construcción Sostenible; 2022. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1P4XKXmH9dGk9A003xnKM8sL2Lrxs3RF9/view>

[8] IPCC Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change. Summary for Policymakers. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022. [Consultado: 4 de mayo de 2022]. Disponible en: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_SPM.pdf

[9] Hashemi A. Assessment of solar shading strategies in low-income tropical housing: the case of Uganda. *Engineering Sustainability* [Internet]. 2019 [consultado: 23 de abril de 2023]; 172(6):293-301. Disponible en: <https://doi.org/10.1680/jensu.17.00072>

[10] Nieto-Barbosa V, Cubillos-González R, Barrios-Salcedo R. Aspectos de diseño resiliente aplicados a la envolvente que determinan el confort térmico en las viviendas sociales. *Revista Ingeniería de Construcción RIC* [Internet]. 2021 [consultado: 23 de abril de 2023]; 36(2). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732021000200197>

[11] Lopera F, Rivas S. Mejoramiento del desempeño térmico en viviendas de estrato 1: caso de estudio vivienda ubicada en San Félix [trabajo de grado]. Envigado-Antioquia: Universidad EIA de Envigado; 2021. Disponible en: <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/4181>

y el aumento de temperatura, el desempeño térmico varíe en beneficio del confort. Sin embargo, se debe contar con las herramientas y los conocimientos necesarios que permitan la sostenibilidad del confort en el tiempo.

Materiales y método

Se evaluó un conjunto residencial en el municipio de Bello, Antioquia, que permite la identificación de una tipología de vivienda de interés social que se repite con diferentes orientaciones en el conjunto, permitiendo el análisis del desempeño térmico en los diferentes niveles. Se consideró representativa la ubicación del edificio para la evaluación del comportamiento a lo largo del tiempo, según el cambio climático, por la similitud de conjuntos residenciales asentados en la montaña, debido a su topografía, y por la construcción masiva de vivienda de interés social (VIS).

Para el caso de estudio se tomó el proyecto Colina de los búcaros, ubicado en el municipio de Bello, Antioquia, Colombia. Este lugar tiene un clima templado cálido durante todo el año, en el que la temperatura promedio varía entre 20,7°C y 23,8°C. El conjunto residencial cuenta con torres de 21 niveles de altura y con una tipología de apartamentos replicada en diferentes orientaciones distribuidos en los diferentes niveles. Los apartamentos tienen la posibilidad de ser ventilados naturalmente de forma permanente y en los momentos de preferencia de los habitantes. El objetivo fue analizar la influencia de la ubicación en altura de la misma tipología de vivienda en escenarios de cambio climático.

En la presente investigación se tomaron como casos de estudio: un apartamento ubicado en el piso 1 (nivel 0,0m), un apartamento del piso 16, que es un piso intermedio (nivel 48m), y un apartamento ubicado en el piso 21, el último del edificio, (nivel 63m). El piso 16 de la torre de viviendas fue el escenario base en el que se realizaron las mediciones en sitio por medio de la instalación de sensores.

El edificio no cuenta con un contexto de gran altura a su alrededor, su construcción es reciente, y los habitantes llevaban dos semanas habitando el apartamento, aspecto a considerar por el estado de los materiales.

Los habitantes de las viviendas son tres personas en edad adulta, una de ellas es adulta mayor y es quien permanece mayor cantidad de tiempo en el espacio, a quien se aplicó la encuesta de satisfacción con el ambiente térmico.

La fachada principal de los apartamentos evaluados tiene una orientación noreste, que se considera privilegiada, ya que no recibe radiación solar directa especialmente en las horas de la tarde. (Figura 1) (Tabla 1)

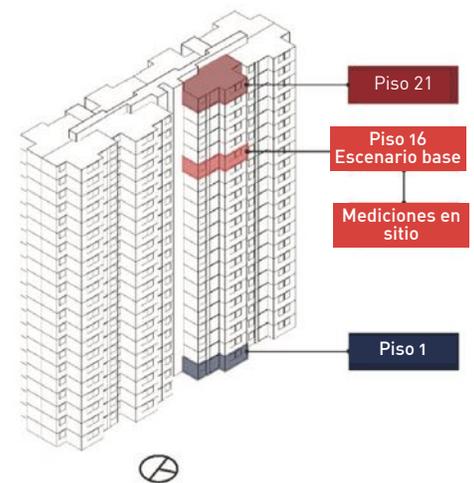


Figura 1. Niveles de apartamentos evaluados. Elaboración propia.

Tabla 1. Materialidad del proyecto.

Materialidad del proyecto	Estructura	Muros en concreto y losas nervadas
	Fachadas	Ladrillo a la vista 12*24*33, ladrillo con revoque y pintura
	Interior	Ladrillo a la vista 12*24*33, ladrillo con revoque y pintura
	Piso	Porcelanato imitación madera 90*40
	Puerta	Puerta de acceso metálica blanca calibre 22
	Ventanas	Perfiles de aluminio natural con vidrio claro

Fuente: Elaboración propia.

La metodología implementada es de tipo cuantitativo y se basa principalmente en simulaciones computacionales y análisis de datos, con un enfoque prospectivo respecto al análisis en el tiempo. Por medio de mediciones en el sitio se hizo un acercamiento a la temperatura específica del lugar, para tener conocimiento de microclima según la ubicación del apartamento haciendo una valoración de los resultados de temperatura en el año 2022, en que se hizo la investigación, y en los años 2050 y 2080 como escenarios futuros, para evaluar la variación del desempeño térmico y el tiempo en estado de confort de acuerdo con el cambio climático.

Levantamiento arquitectónico

Se realizó un levantamiento arquitectónico de la vivienda ubicada en el piso 16 como vivienda base, se tomaron las dimensiones en planta, sección y cubierta necesarias para construir el modelo digital tridimensional. En el levantamiento arquitectónico se identificaron las propiedades térmicas de los materiales, el área de aberturas y el tipo de cerramiento de estas. Se identificaron adicionalmente, los sistemas constructivos del espacio con los espesores, y las rutinas de ocupación del espacio que se incorporaron como insumo de la composición real de las viviendas en el modelo.

Mediciones en el sitio

Se hicieron mediciones de tipo continuo en la vivienda en el piso 16 durante 2 semanas, del 5 de marzo hasta el 16 de marzo. Los sensores se dispusieron en los espacios interiores más usados en las horas del día la vivienda. El sensor termohigrómetro HOBO identificado en la figura 2 como el número 3, ubicado en la alcoba 3, permitió registrar la temperatura (°C) y la humedad relativa (%) con mediciones cada hora, ubicado a una altura de 1,70m del suelo. El termohigrómetro HOBO número 2, se le incorporó una termocupla para registrar la temperatura radiante y evaluar la transferencia de calor por radiación de las superficies adicional a las mediciones de temperatura (°C) y humedad relativa (%). Este se ubicó en la sala-comedor a una altura de 1,70m con el registro de datos recolectados cada hora. El termohigrómetro de exterior HOBO se ubicó en el balcón para obtener resultados de las condiciones de microclima específicas del apartamento, ubicado a 2,20m de altura, con registros cada hora de temperatura (°C) y humedad relativa (%). (Figura 2)

Construcción del modelo y parámetros de simulación

Con base en el levantamiento arquitectónico realizado y las mediciones en sitio, se construyó el modelo computacional en el software Rhino y las simulaciones de desempeño térmico se realizaron en el *plugin* Grasshopper. Esta herramienta permite especificar el uso, la materialidad, las cargas de equipos y las

diferentes rutinas de utilización del espacio como operación de las ventanas, entre otros. El programa permitió incorporar las rutinas y cargas del modelo con especificación de los diferentes niveles evaluados para la puesta en paralelo del desempeño térmico de los mismos. (Figura 3)

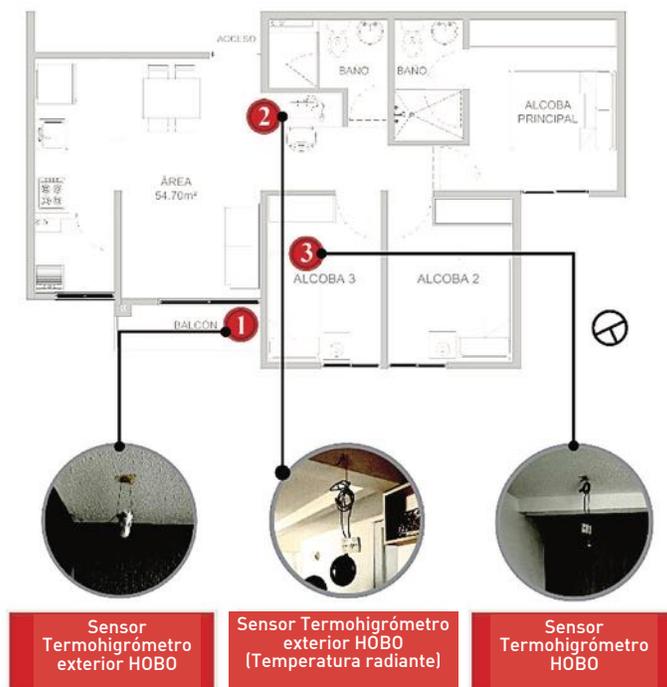


Figura 2. Ubicación sensores en la vivienda en el piso 16. Fuente: Elaboración propia.

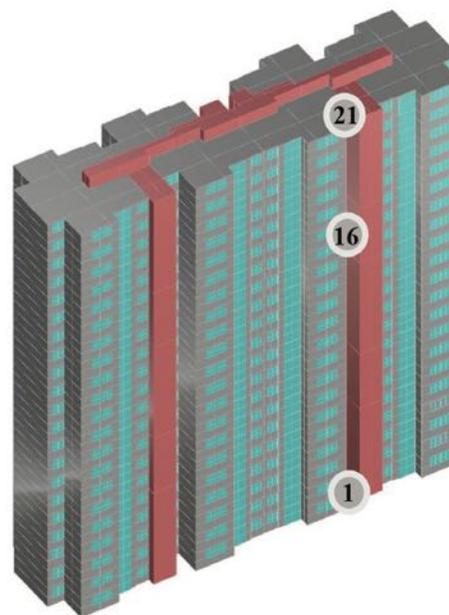


Figura 3. Modelo torre residencial software Rhino. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Tabla 2, se describen los parámetros ingresados al modelo de acuerdo con el escenario base en cada uno de los niveles evaluados de la tipología.

Tabla 2. Configuración del caso base de simulación en los diferentes niveles.

Descripción	Apartamento piso intermedio
Tipo de edificación	Vivienda/ piso 16
Orientación de la fachada principal	Noroeste
Losa entrepiso	150 mm en concreto, densidad 2400 kg/m ³ conductividad de 2 W/m-K Calor específico 950 J/kg-K, rugosidad media
Muros	Ladrillo de 12cm densidad 1920 kg/m ³ conductividad de 0,89 W/m-K Valor U: 6.14, rugosidad media, más estuco de 2cm.
Fachada principal	Vidrio claro, Valor U: 5.7 W/m ² -K, SHGC 0.88
	Perfiles de aluminio natural con vidrio claro.
Descripción	Apartamento primer piso
Tipo de edificación	Vivienda/ piso 1
Orientación de la fachada principal	Noroeste
Losa entrepiso	150 mm en concreto, densidad 2400 kg/m ³ conductividad de 2 W/m-K Calor específico 950 J/kg-K, rugosidad media
Muros	Ladrillo de 12cm densidad 1920 kg/m ³ conductividad de 0,89 W/m-K Valor U: 6,14, rugosidad media, más estuco de 2cm.
Fachada principal	Vidrio claro, Valor U: 5,7 W/m ² -K, SHGC 0.88
	Perfiles de aluminio natural con vidrio claro.
Losa contrapiso	300 mm en concreto, densidad 2400 kg/m ³ conductividad de 2 W/m-K Calor específico 950 J/kg-K, rugosidad media
Descripción	Apartamento último piso
Tipo de edificación	Vivienda/ piso 21
Orientación de la fachada principal	Noroeste
Losa entrepiso	150 mm en concreto, densidad 2400 kg/m ³ conductividad de 2 W/m-K Calor específico 950 J/kg-K, rugosidad media
Muros	Ladrillo de 12cm densidad 1920 kg/m ³ conductividad de 0,89 W/m-K Valor U: 6,14, rugosidad media, más estuco de 2cm.
Fachada principal	Vidrio claro, Valor U: 5,7 W/m ² -K, SHGC 0,88
	Perfiles de aluminio natural con vidrio claro.
Losa cubierta	200 mm en concreto, densidad 2400 kg/m ³ conductividad de 2 W/m-K Calor específico 950 J/kg-K, rugosidad media.

Fuente: Elaboración propia.

Rutinas

Para el análisis y la implementación de las rutinas en el software se determinaron las mismas para los tres apartamentos, con la intención de compararlos entre sí, y determinar si estas contaban con iguales condiciones de desempeño térmico. (Tabla 3)

Tabla 3. Rutinas en la vivienda

Rutinas Apartamento												
Hora	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
Ocupación	100%	100%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%
Equipos	50%	50%	50%	0%	0%	0%	75%	75%	0%	33%	33%	33%
Iluminación	50%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Operación de ventanas	0%	0%	50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Rutinas Apartamento												
Hora	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00
Ocupación	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Equipos	33%	75%	75%	75%	75%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Iluminación	75%	75%	75%	75%	75%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%
Operación de ventanas	100%	75%	20%	20%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia.

Calibración del modelo

Para la construcción del modelo de la vivienda en el software se utilizaron los datos obtenidos de las mediciones realizadas en el sitio. Los resultados de las mediciones del sensor exterior se compararon con el archivo climático, con el fin de analizar si éste se acoplaba a la temperatura real del espacio según el microclima y el contexto. Los resultados de las mediciones interiores se compararon con los resultados de las simulaciones, para evaluar si las propiedades térmicas y rutinas cargadas en el modelo permitían un acercamiento al desempeño térmico real del espacio.

Los diferentes niveles se evaluaron de acuerdo con las mediciones en sitio del nivel intermedio y las rutinas, cambiando las especificaciones de los materiales según los elementos implicados como el suelo y la cubierta, y el nivel de altura en el que se encontraban.

Escenarios evaluados

Con el fin de validar el desempeño térmico de los apartamentos ubicados en diferentes niveles del edificio de acuerdo con el cambio climático, se estableció para los tres niveles un escenario base, con el análisis del desempeño térmico en el año 2022, analizando las diferentes características y los resultados de la tipología de vivienda según la altura en la que se encuentra ubicada, siendo el primer nivel en contacto con el terreno, el nivel intermedio ubicado en el piso 16 y el último nivel de cubierta del proyecto ubicado en el piso 21. El escenario 2 para los tres niveles, fue la evaluación del desempeño térmico y zona de confort en el 2050 con el aumento de temperatura para dicho año, y como escenario final, el número 3, se evaluó el desempeño térmico en el año 2080. Estos resultados fueron puestos en

paralelo en primer lugar según la zona evaluada en la vivienda, siendo la habitación o la sala, y posterior a esto, una comparación de los resultados según el desempeño térmico de los diferentes niveles.

Modelo de confort

En una fase posterior de análisis los resultados fueron evaluados bajo el modelo de confort adaptativo estipulado en el estándar ASHRAE 55. El modelo adaptativo se basa en la temperatura promedio exterior, en este caso se implementaron los datos de temperatura extraídos del archivo climático de Ruta N correspondiente a la ciudad de Medellín, analizando previamente en la etapa de calibración del modelo la correspondencia con las mediciones en sitio de los resultados de los sensores y el resultado de las simulaciones. Este modelo aplica exclusivamente para espacios ventilados naturalmente.

La zona de confort adaptativo se calcula con la siguiente ecuación (1):

$$T_c = 17,8 + (0,31 \times T_m) \quad (1)$$

T_c representa la temperatura de confort y T_m representa la temperatura media exterior del lugar. Este modelo considera que los seres humanos son capaces de adaptarse al entorno que habitan. Se calcula los rangos de confort para la zona de confort 90% de aceptabilidad y el 80% de aceptabilidad, estas se calcularon con las siguientes fórmulas (2)-(3):

$$90\% = Z_c = T_c \pm 2,5^\circ\text{C} \quad (2)$$

$$80\% = Z_c = T_c \pm 3,5^\circ\text{C} \quad (3)$$

El cálculo de la zona de confort, por medio del confort adaptativo, se realizó con la premisa de la adaptación del ser humano al incremento de temperatura y a los cambios climatológicos, teniendo el cálculo del promedio de temperatura anual con los resultados obtenidos en cada año. Sin embargo, el debate se encuentra abierto, se piensa que esta adaptación llegará hasta un punto, y no será posible adaptarse más al aumento de temperatura desenfrenado. También se consideraron los límites de adaptación a la temperatura que plantea la norma, con valores entre 10°C y $33,5^\circ$, analizándose si en alguno de los años evaluados esta temperatura era superada.

Análisis de resultados

El análisis de los resultados de las simulaciones se realizó por medio de diagramas de cajas y bigotes, estos permiten visualizar el desempeño térmico del espacio en distintos escenarios e identificar los datos extremos y que tan estables se encuentran en el periodo de tiempo evaluado.

Resultados y discusión

En el registro del sensor interior ubicado en la sala, se identifica gran similitud en comparación con la simulación en el caso base. El tiempo graficado y simulado son los días correspondientes a la medición, del día 5 al 16 de marzo del 2022. Se identifica el espacio de la habitación como un buen espacio de análisis de resultados por la similitud con la simulación lograda.

En la figura 5, de las gráficas relacionamiento se comparan el resultado de temperatura del sensor ubicado en la sala con el resultado de la simulación del caso base con el archivo climático. Igualmente, en la figura 4, se observan las comparaciones de los resultados de la simulación con las mediciones, y se logra identificar la similitud que posibilita el uso para su evaluación en el año 2050 y 2080. (Figuras 4 y 5)

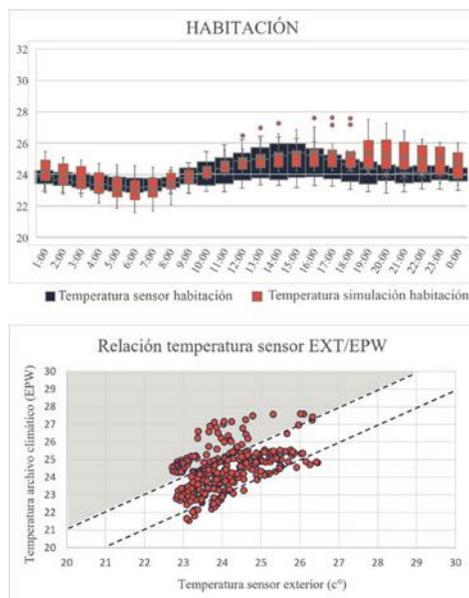


Figura 4. Relación temperatura habitación. Elaboración propia.

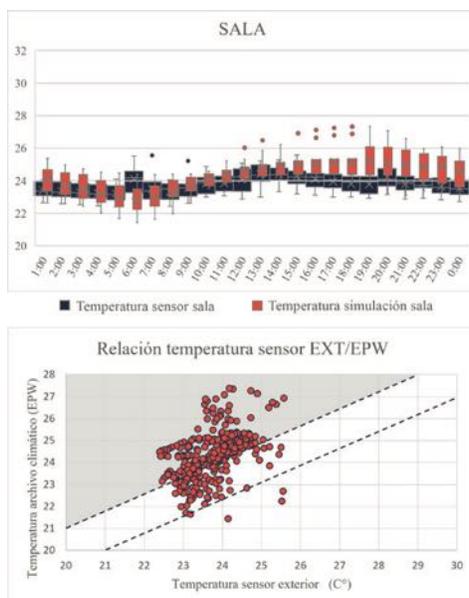


Figura 5. Relación temperatura sala. Elaboración propia.

Tabla 4. Rango de confort diferentes años.

Promedio anual	Confort actual	
23,26	Confort 80+	28,5
	Confort 90+	27,5
	Confort	25,0
	Confort 90-	22,5
	Confort 80-	21,5
Promedio anual	Confort 2050	
25,07	Confort 80+	29,1
	Confort 90+	28,1
	Confort	25,6
	Confort 90-	23,1
	Confort 80-	22,1
Promedio anual	Confort 2080	
25,72	Confort 80+	29,3
	Confort 90+	28,3
	Confort	25,8
	Confort 90-	23,3
	Confort 80-	22,3

Fuente: Elaboración propia.

Zona de confort

En los resultados de temperatura por simulaciones se utilizó el confort adaptativo de ASHRAE-55-2010 para determinar el porcentaje en confort en los distintos espacios simulados. (Tabla 4)

El cálculo de la zona de confort, por medio del confort adaptativo, se realizó con la premisa de la adaptación del ser humano al incremento de temperatura y a los cambios climatológicos, teniendo el cálculo del promedio de temperatura anual con los resultados obtenidos en cada año, sin embargo, el debate se encuentra abierto, se piensa que esta adaptación llegará hasta un punto, y no será posible adaptarse más al aumento de temperatura desenfrenado.

En los espacios de la sala y la habitación las distintas tipologías de apartamentos tienen los mismos comportamientos térmicos en las proyecciones de cambio climático. En la vivienda de primer piso se observa que en la situación actual presenta bajos niveles de confort, esto debido a la cantidad de horas que se encuentra por debajo del rango de temperatura de zona de confort, en los años posteriores analizados se evidencia una tendencia que apunta hacia una mejoría en el tiempo en confort por el aumento de la temperatura.

En la vivienda ubicada en el piso intermedio de la edificación se puede ver que entre el periodo actual y el escenario de cambio climático 2050 existe una considerable mejoría en el tiempo de confort y en el periodo entre el 2050 y 2080. A pesar de que existe un aumento en la cantidad de horas en confort es mucho menor al periodo anterior, lo que se evidencia principalmente en el espacio de la sala. (Figuras 6, 7, 8 y 9)

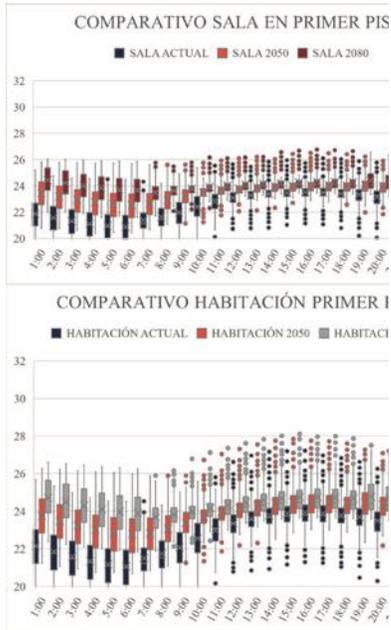


Figura 6. Apartamento primer piso.
Fuente: Elaboración propia.

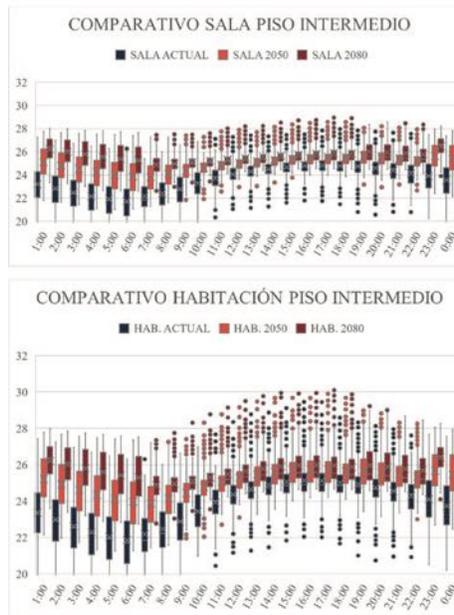


Figura 7. Apartamento piso intermedio. Elaboración propia.

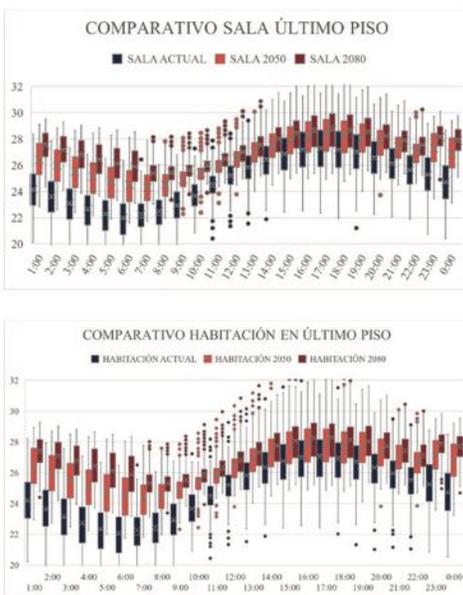


Figura 8. Apartamento último piso.
Elaboración propia.

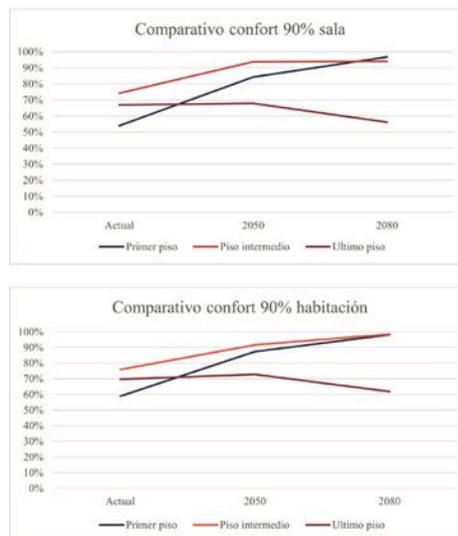


Figura 9. Comparativo porcentaje de horas en confort 90%. Elaboración propia.

El escenario que presenta un comportamiento negativo en relación con el tiempo en confort con las variaciones a lo largo de los años por cambio climático es el apartamento ubicado en el último nivel. Los resultados muestran que los espacios de la vivienda actualmente se encuentran gran cantidad del tiempo en zona de confort; sin embargo, en el primer periodo, hasta el 2050, el tiempo en confort presenta variaciones mínimas, incluso en la habitación existe un aumento del porcentaje en confort, mientras que en para el año 2080 ambos espacios analizados presentan una notoria disminución.

Conclusiones

A partir del análisis de los resultados se puede afirmar que, a pesar de que los apartamentos estén ubicados en el mismo edificio, el desempeño térmico de cada uno es muy diferente y el comportamiento en escenarios de cambio climático es variable, por lo que es necesario revisar las tipologías de forma independiente para tener una mayor precisión de las condiciones de habitabilidad de los apartamentos, tanto actualmente, como en condiciones de cambio climático.

Los escenarios analizados están ubicados en una misma orientación, por lo cual se generan inquietudes con respecto al desempeño térmico de las viviendas en diferentes orientaciones con mayor exposición directa al sol, principalmente en las horas de la tarde, lo que podría generar discomfort térmico por aumento de calor en la situación actual y en años posteriores.

Esta misma tipología de vivienda es también construida en diferentes zonas térmicas en el país sin tener en cuenta la correspondencia del diseño con las condiciones climatológicas del entorno, poniendo en cuestionamiento si los apartamentos permiten alcanzar temperaturas de confort para los habitantes actualmente y en años posteriores con el cambio climático.

Con respecto a las consecuencias de la réplica en las tipologías se quiere también plantear un camino para la evaluación de las estrategias bioclimáticas adecuadas a cada nivel de altura en el que se ubique la vivienda, que permitan identificar cuáles deben ser los parámetros de diseño y de especificaciones técnicas según el contexto y el nivel de ubicación que permitan adaptaciones al cambio climático.

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses que pudieran representar un riesgo para la publicación del artículo.

DECLARACIÓN DE LA RESPONSABILIDAD AUTORAL

Manuela Murillo Galvis. Diseño de la investigación, diseño de la metodología, elaboración de entrevistas y redacción del manuscrito.

Juan Sebastián Calle Medina. Modelado tridimensional, desarrollo gráfico, obtención e interpretación de datos y redacción del manuscrito.

Santiago Jaramillo Betancourt. Modelado tridimensional, instalación de sensores, desarrollo gráfico y redacción del manuscrito.

María Alejandra Garavito Posada. Diseño de la investigación, instalación de sensores y redacción del manuscrito.

Elizabeth Parra Correa. Diseño de la investigación, administración y supervisión del proyecto de investigación y redacción del manuscrito.



Manuela Murillo Galvis
Arquitecta, estudiante de Maestría en Bioclimática. Facultad de Artes integradas, Centro de Formación Avanzada Fray Juan Duns Scotto OFM. Universidad de San Buenaventura sede Medellín, Colombia.
E-mail: manuela.murillo@tau.usbmed.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-0654-9825>



Juan Sebastián Calle Medina
Arquitecto. Estudiante de Maestría en Bioclimática. Facultad de Artes integradas, Centro de Formación Avanzada Fray Juan Duns Scotto OFM. Universidad de San Buenaventura sede Medellín, Colombia..
E-mail: juan.calle212@tau.usbmed.edu.co
<https://orcid.org/0000-0003-3445-4134>



Santiago Jaramillo Betancourt
Arquitecto. Estudiante de Maestría en Bioclimática. Facultad de Artes integradas, Centro de Formación Avanzada Fray Juan Duns Scotto OFM. Universidad de San Buenaventura sede Medellín, Colombia.
E-mail: santiago.jaramillo@tau.usbmed.edu.co
<https://orcid.org/0009-0005-5466-8772>



María Alejandra Garavito Posada
Conservadora- Restauradora de Bienes Muebles. Estudiante de Maestría en Bioclimática. Facultad de Artes integradas, Centro de Formación Avanzada Fray Juan Duns Scotto OFM. Universidad de San Buenaventura sede Medellín, Colombia.
E-mail: maria.garavito@tau.usbmed.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-5336-4292>



Elizabeth Parra Correa
Arquitecta. Magíster en Bioclimática. Facultad de Artes integradas, Centro de Formación Avanzada Fray Juan Duns Scotto OFM. Universidad de San Buenaventura sede Medellín, Colombia.
E-mail: elizabeth.parraci@tau.usbmed.edu.co
<https://orcid.org/0000-0003-0644-0886>





Incidencia estructural de la esterilla de bambú guadua ante eventos sísmicos en muretes de mampostería republicana

Structural Impact of the Guadua Bamboo Mat in Seismic Events on Republican Masonry Walls

Luis Sierra Alarcón
Juan Rojas Manrique
Alejandro Peña Agatón
Caori Takeuchi Tam

RESUMEN: La mampostería republicana forma parte del patrimonio histórico de Latinoamérica. Sin embargo, su comportamiento ante eventos sísmicos no es óptimo, por esto la conservación de estas construcciones debe contemplar el mejoramiento de su comportamiento estructural. La presente investigación estudia el reforzamiento con esterilla de bambú guadua y analiza su incidencia estructural en muretes construidos con unidades recuperadas de construcciones republicanas. Para el proceso experimental, se construyeron muretes para ensayos de compresión y tensión diagonal, clasificados en tres grupos: muretes sin refuerzo, muretes reforzados con esterilla de guadua sin recubrimiento, y muretes reforzados con esterilla de guadua recubiertos con mortero de cal y metacaolín. En los ensayos, aunque no se observó un aumento de resistencia en los muretes reforzados, se observó un aumento en la deformación y en su ductilidad. Por lo anterior, la esterilla de guadua representa una alternativa viable para mejorar el comportamiento de estructuras republicanas ante eventos sísmicos.

PALABRAS CLAVE: Esterilla de bambú guadua, resistencia a la compresión, resistencia a la tensión diagonal, ductilidad, sismo, mampostería republicana

ABSTRACT: Republican masonry is part of the historical heritage of Latin America. However, their behavior in seismic events is not optimal, therefore the conservation of these constructions should consider the improvement of their structural behavior. This research studies the reinforcement with Guadua bamboo mat and analyzes its structural incidence in walls built with units recovered from republican constructions. For the experimental process, walls were built for compression and diagonal tension tests, classified in three groups: walls without reinforcement, walls reinforced with guadua mat, and walls reinforced with guadua mat covered with lime mortar and metakaolin. In the tests, although no increase in strength was observed in the reinforced walls, an increase in strain and ductility was observed. Therefore, the guadua mat represents a viable alternative to improve the behavior of republican structures in seismic events.

KEYWORDS: Guadua bamboo mat, compressive strength, diagonal tension strength, seism, ductility, republican masonry

RECIBIDO: 15 diciembre 2022

APROBADO: 15 febrero 2023

Introducción

La construcción y su intrínseca relación con la arquitectura han cambiado en todos los países a lo largo del tiempo debido a diversos factores, bien sean las nuevas tecnologías que dan paso a otros métodos de construcción, o a novedosos materiales o refuerzos que simplifican o mejoran el comportamiento de las construcciones [1]. En el sentido artístico, la arquitectura también tiene un papel especialmente relevante en esta evolución. En Colombia y otros países latinoamericanos, luego de las guerras de independencia, se extendió un nuevo modo de construcción que predominó en el periodo comprendido entre 1810 y 1920, etapa conocida como arquitectura republicana [2].

Este tipo de construcción, caracterizada por ser una mezcla de estilos europeos con el uso de ladrillo cocido, está presente en todas las ciudades y pueblos latinoamericanos, especialmente en las zonas históricas [2] [3]. Sin embargo, esta forma de construir no tenía en cuenta la resistencia a los sismos, y el material utilizado, por sí mismo es incapaz de soportar los esfuerzos provocados por este tipo de eventos [4] [5]. Dado que el inventario de estas estructuras en Latinoamérica es grande, se necesita plantear soluciones para proveerle al material esta resistencia de la que carece, con el fin de conservar el patrimonio arquitectónico del periodo republicano.

Diversas alternativas han sido adoptadas a lo largo de los años, y desde la creación de las normativas sismorresistentes en los diferentes países latinoamericanos, se ha demostrado la efectividad de algunas técnicas que mejoran el comportamiento ante sismos de las estructuras de mampostería. Pueden citarse, entre ellas, el uso de encofrados en maderas densas [6] [7] [8], de mallas de acero [9] [10], y el confinamiento de los muros de las construcciones con vigas y columnas de concreto o acero [11] [12] [13]. Sin embargo, y debido a los altos costos de estas técnicas, se hace primordial investigar y proponer otras maneras más ecológicas y económicas de mejorar estructuralmente estas construcciones.

- [1] Goodrum PM, Zhai D, Yasin MF. Relationship between Changes in Material Technology and Construction Productivity. *Journal of Construction Engineering and Management* [Internet]. 2009 [consultado: 6 de julio de 2022]; 135(4). Disponible en: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2009\)135:4\(278\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2009)135:4(278))
- [2] Molina Prieto LF, Hinojosa de Parra R. De la mampostería colonial al ladrillo a la vista. *Nodo* [Internet]. 2011 [consultado: 1 de junio de 2022]; 5(10):[91-112 pp.]. Disponible en: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2009\)135:4\(278\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2009)135:4(278))
- [3] Neira Zúñiga MP. La huella del cemento. Aportes del cemento en la arquitectura republicana. Bogotá, Colombia. 1910-1932 [tesis de grado]. Bogotá: Universidad La Salle; 2020. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/arquitectura/2226>
- [4] Tomazevic M. Some aspects of experimental testing of seismic behavior of masonry walls and models of masonry buildings. *ISSET Journal of Earthquake Technology* [Internet]. 2000 [consultado: 3 de junio de 2022]; 37(404):[101-117 pp.]. Disponible en: <http://home.iitk.ac.in/~vinaykg/isset404.pdf>
- [5] Applied Technology Council (ATC-43 Project), The Partnership for Response and Recovery. FEMA 306. Evaluation of Earthquake Damaged Concrete and Masonry Wall Buildings. Basic Procedures Manual. Redwood (California): Applied Technology Council; 1998. Disponible en: <https://mitigation.eeri.org/files/fema-306.pdf>
- [6] Furtado A, Rodrigues H, Arêde A, Varum H. Simplified macro-model for infill masonry walls considering the out-of-plane behaviour. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics* [Internet]. 2016 [consultado: 1 de junio de 2022]; 45(4):[507-524 pp.]. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/eqe.2663>
- [7] Jackson M, Kosso C. *Scientia in Republican Era Stone and Concrete Masonry*. In: Evans JR (ed.). *A Companion to the Archaeology of the Roman Republic*. Blackwell Publishing; 2013. (pp. 268-284). DOI:10.1002/9781118557129.ch17
- [8] Murano A, Ortega J, Vasconcelos G, Rodrigues H. Influence of traditional earthquake-resistant techniques on the out-of-plane behaviour of stone masonry walls: Experimental and numerical assessment. *Engineering Structures* [Internet]; 2019 [consultado: 1 de junio de 2022]; 201:109815. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.109815>
- [9] Sneed LH, Baietti G, Fraioli G, Carloni C. Compressive Behavior of Brick Masonry Columns Confined with Steel-Reinforced Grout Jackets. *Journal of Composites for Construction* [Internet]. 2019 [consultado: 5 de agosto de 2022]; 23(5):[412-425 pp.]. Disponible en: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CC.1943-5614.0000963](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CC.1943-5614.0000963)
- [10] De Santis S, De Felice G. Steel reinforced grout systems for the strengthening of masonry structures. *Composite Structures* [Internet]. 2015 [consultado: 5 de agosto de 2022]; 134:[533-548 pp.]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2015.08.094>
- [11] De Pombo Angulo J. Reforzamiento de muros de ladrillo en construcciones republicanas empleando confinamiento externo con elementos metálicos (Celam) [tesis de máster]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2022.
- [12] Shahzada K, Javed M, Alam B, Khan M, Ali Z, Kahn H, MJ, Alam B, Khan M, Ali Z, Khan H, Ali Shah SS. Strengthening of Brick Masonry Walls against Earthquake Loading. *International Journal of Advanced Structures and Geotechnical Engineering*. 2012; 01(01):10-14.
- [13] Brzev S. *Earthquake-Resistant Confined Masonry Construction*. Kanpur (India): NICEE, National Information Center of Earthquake Engineering, Indian Institute of Technology Kanpur; 2007. Disponible en: https://www.preventionweb.net/files/2732_ConfinedMasonry14Dec07.pdf

El bambú, material ecológico alternativo a los convencionales, ha demostrado tener una excelente capacidad de disipar la energía sísmica y mejorar el comportamiento estructural de las construcciones [14] [15] [16], tanto como material principal de la estructura en su forma natural, como material adicional de refuerzo al ser aplastado y cortado como esterilla [17], [18].

De la subfamilia del bambú, la guadua destaca como un material que tiene una gran absorción de carbono, gran resistencia, y excepcional tasa de crecimiento [19]. Es por ello que las investigaciones recientes en Colombia han girado en torno a este material, para estudiar y determinar de qué manera potenciar las capacidades que tiene. Los usos y las ventajas que varios autores han encontrado, van desde la reducción significativa del volumen y el peso en los materiales para la construcción de obras [20] [21]; el incremento en la resistencia a la compresión al ser utilizado en la mezcla del adobe [22]; la disipación de la energía sísmica; y la reducción del desmoronamiento del material y el colapso de muros [23] [24].

Teniendo en cuenta lo anterior, en esta investigación se estudia el comportamiento de diferentes muretes elaborados con unidades recuperadas de ladrillos de la época republicana, utilizando como material cementante una mezcla de arena, cal y metacaolín, y reforzados con esterilla de guadua. En el artículo se presentan la metodología empleada en la preparación y la elaboración de los ensayos, así como los resultados más relevantes de la investigación experimental.

Materiales y métodos

Para el análisis del comportamiento de los muros “republicanos”, y más allá, de la incidencia que tiene la esterilla de guadua como método de refuerzo para mejorar el comportamiento estructural de los mismos, se considera necesario separar los diferentes tipos de sollicitación que pueden incidir sobre las construcciones. Para ello se ensayaron muretes a tensión diagonal y a compresión.

Para ambos casos fue usado como material cementante un mortero de cal. Este tipo de mortero tiene la característica de requerir más tiempo para alcanzar su resistencia máxima y de necesitar más agua durante ese proceso, por lo que se usó como aditivo el metacaolín en una cantidad correspondiente al 5 % del peso de la arena y la cal unidas. El metacaolín es un material obtenido por la calcinación de la caolinita, que ha demostrado ayudar a fortalecer las características mecánicas tempranas de los morteros y disminuir el requerimiento de agua durante el proceso de endurecimiento. La proporción usada para este mortero de pega fue de 3 unidades de arena por cada unidad de cal.

- [14] Sharma B, Gatóo A, Bock M, Ramage M. Engineered bamboo for structural applications. *Construction and Building Materials* [Internet]. 2015 [consultado: 3 de julio de 2022]; 81:[66-73 pp.]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.01.077>
- [15] Vogtländer J, Van der Lugt P, Brezet H. The sustainability of bamboo products for local and Western European applications. LCAs and land-use. *Journal of Cleaner Production*. 2010 [consultado: 3 de julio de 2022];18(13):[1260-1269 pp.]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.04.015>
- [16] Xiao Y. Engineered bamboo. In: Harries KA, Sharma B. *Nonconventional and vernacular construction materials. Characterisation, Properties and Applications*. Elsevier: Woodhead Publishing; 2016. pp. 433-452.
- [17] Quevedo Figue OF, Gómez Vargas DA. Características mecánicas del adhesivo poliisocianurato como junta de esterilla para laminado [tesis de grado]. Bogotá: Universidad La Gran Colombia; 2018. Disponible en: <http://repositorio.ugc.edu.co/handle/11396/5337>
- [18] Mambuscay Cachay CA. Simulación computacional de conexiones mecánicas simples con elementos de esterilla laminada de guadua [tesis de grado]. Universidad de los andes; 2014. Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/17138>
- [19] Archila H, Takeuchi CP, Trujillo D. Mechanical and physical characterization of composite bamboo-gadua products: Plastiguadua. In: *Proceedings: WCTE World Conference on Timber Engineering*, 2014.
- [20] Almeida BS, Muscio E, Iparreño L, Anaya J. Panel prefabricado de guadua-acero-mortero microvibrado con ceniza de cáscara de arroz para vivienda de interés social. *Anales de Edificación* [Internet]. 2019 [consultado: 5 de julio de 2022]; 5(1):[51-65 pp.]. Disponible en: <https://doi.org/10.20868/ade.2019.3914>
- [21] Azañedo DD. Evaluación de edificaciones de bambú para la construcción de caseta de triaje COVID 19-2020 [trabajo de investigación]. Perú: Universidad Privada del Norte; 2020. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11537/23951>
- [22] Paradiso M, Cruz RA, Bizzeti F, Farigu A, Lotti O. Usage of Bamboo Powder As An Additive In Adobe Bricks And Bamboo Canes Frame For The Reinforcement Of Adobe Structure. *Revista M* [Internet]. 2019 [consultado: 1 de julio de 2022]; 15:[70-79 pp.]. Disponible en: <https://doi.org/10.15332/rev.m.v15i0.2179>
- [23] Paradiso M, Muñoz JF, Galmarini B, D'Ippolito V. La Guadua E L'informale. La Conoscenza Strutturale E La Qualificazione Dei Materiali Naturali Nel Barrio De Invasión Nueva Esperanza, Km 41, Manizales, Colombia. *Revista M* [Internet]. 2019 [consultado: 3 de junio de 2022]; 15:[48-69 pp.]. Disponible en: <https://doi.org/10.15332/rev.m.v15i0.2178>
- [24] Bizzeti F. *Analisi sperimentale di pannelli in adobe e bambù: un esempio di recupero di antiche tecniche costruttive latinoamericane* [tesis doctoral]. Firenze: Università degli Studi di Firenze; 2015.

Por otra parte, se utilizaron esterillas de *Guadua angustifolia* Kunth como refuerzo de los muros, instaladas con la ayuda de tornillos autoperforantes y chazos de 1/4", a los que se les añadió arandelas para aumentar el área de contacto entre el tornillo y la esterilla, y disminuir el punzonamiento. También se colocó alambre dulce conectando los tornillos entre sí para estabilizar el refuerzo instalado.

Muretes de compresión

Estos prototipos tienen el objetivo de ser ensayados bajo la acción de la compresión directa de una máquina universal de ensayos, que consta de dos placas de acero, siendo la superior la que se mueve, mientras que la inferior es fija, aplicando la fuerza al muro. Los muretes, a razón de ser construidos con unidades de "ladrillos republicanos", no son completamente uniformes entre ellos, teniendo aproximadamente 46 cm de altura, 25 cm de largo y 26 cm de espesor.

Se diseñaron tres prototipos:

- Prototipo 1: definido en el presente artículo como CSR, es un murete de compresión sin ningún tipo de refuerzo ni de pañete.
- Prototipo 2: definido como CR, es un murete de compresión con un refuerzo de cuatro trozos de esterilla de guadua, con un ancho promedio de 3 cm, cubriendo parcialmente, y de manera vertical, dos caras opuestas de cada muro, pero sin ningún tipo de pañete.
- Prototipo 3: definido como CRP es un murete a compresión reforzado como el segundo prototipo y además, pañetado con una capa del mortero cementante.

Por sus siglas, cada prototipo se definió según la siguiente nomenclatura: CSR Compresión Sin Refuerzo; CR Compresión Reforzado, y CRP Compresión Reforzado Pañetado. De cada prototipo fueron elaborados tres especímenes, para un total de nueve muretes de compresión.

Para el ensayo de estos muretes fueron instalados dos comparadores de carátula en la placa inferior de la máquina de ensayos, y se midió el desplazamiento cada 10 kN.

Muretes de tensión – compresión diagonal

Estos prototipos tienen el objetivo de ser ensayados bajo la acción de la compresión diagonal en un marco de ensayos con un gato hidráulico que permite aplicar la fuerza. Los muretes, a razón de ser construidos con unidades de "ladrillos republicanos", no son completamente uniformes entre ellos, teniendo dimensiones

aproximadas de 63 cm de altura, 56 cm de largo y 26 cm de espesor.

Se diseñaron cinco prototipos:

- Prototipo 1: definido en el presente artículo como CDSR, es un murete de tensión diagonal sin ningún tipo de refuerzo ni de pañete.
- Prototipo 2: definido como CDRDSP, es un murete de tensión diagonal con un refuerzo de cuatro trozos de esterilla de guadua, con un ancho promedio de 3 cm, cubriendo parcialmente, y de manera diagonal, dos caras opuestas de cada muro, pero sin ningún tipo de pañete.
- Prototipo 3: definido como CDRDP, es un murete a tensión diagonal reforzado como el segundo prototipo y además, pañetado con una capa del mortero cementante.
- Prototipo 4: definido como CDRVSP, es un murete de tensión diagonal con un refuerzo de 6 trozos de esterilla de guadua con un ancho promedio de 3 cm, cubriendo parcialmente y de manera vertical dos caras opuestas de cada muro, pero sin ningún tipo de pañete.
- Prototipo 5: definido como CDRVP, es un murete a tensión diagonal reforzado como el cuarto prototipo y además, pañetado con una capa del mortero cementante.

Por sus siglas, cada prototipo se definió según la siguiente nomenclatura: CDSR Compresión Diagonal Sin Refuerzo; CDRDSR Compresión Diagonal Refuerzo Diagonal Sin Pañete; CDRDP Compresión Diagonal Refuerzo Diagonal Pañetado; CDRVSR Compresión Diagonal Refuerzo Vertical Sin Pañete y CDRVP Compresión Diagonal Refuerzo Vertical Pañetado. De cada prototipo fueron elaborados 3 especímenes para un total de 15 muros de compresión.

Para el ensayo de estos muros fueron dispuestos cuatro perfiles de acero que apretaban el muro en sus dos caras, y sobre ellos se instalaron igual número de comparadores de carátula, dos de ellos medían acortamiento, y los otros dos el alargamiento de ambas caras de cada prototipo.

Aunque se ha mencionado esta metodología, se consideró que el ensayo y análisis de los muros de tensión exceden el alcance de lo previsto en este artículo, por lo que sus resultados no se presentan.

Resultados

El montaje de los muretes de compresión en la máquina universal de ensayos puede ser comprobado en las siguientes figuras. (Figuras 1, 2 y 3).



Figura 1. Murete tipo CSR (compresión sin refuerzo). Fuente: Elaboración propia.



Figura 2. Murete tipo CR (compresión con refuerzo). Fuente: Elaboración propia.



Figura 3. Murete tipo CRP (compresión con refuerzo y pañete). Fuente: Elaboración propia.

Posterior al ensayo, se determinaron los valores de carga contra desplazamiento para cada tipo de muro. En la Figura 4 se presenta un resumen de los resultados.

Los resultados de cargas máximas obtenidas en los ensayos de compresión axial sobre los diferentes tipos de muros se presentan en la Tabla 1.

El comportamiento mecánico de los muros de mampostería republicana sometidos a compresión axial evidenciaron una tendencia representada en los diagramas esfuerzo- deformación de los promedios de los distintos tipos de muro presentados en la Figura 6.

Dentro de los cambios específicos en cada ensayo, se observa que los muros con refuerzo alcanzan mayores deformaciones, lo cual implica un incremento en la ductilidad sin fallas repentinas en su estructura, que sí se produjeron en los ensayos de los muros sin refuerzo.

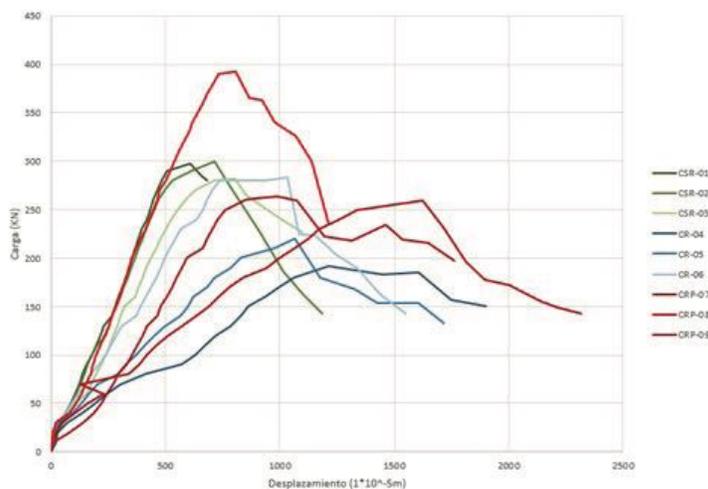


Figura 4. Gráfica Carga vs. Desplazamiento de los ensayos de compresión axial en los muretes de mampostería republicana.

Tabla 1 Resultados obtenidos en los ensayos de compresión axial.

Tipo de Muro	CSR	CR	CRP
Carga Max1 (kN)	297	192	392
Carga Max2 (kN)	300	220	263
Carga Max3 (kN)	283	283	260
Desviación Estándar	9.38	46.55	91.22
Media	293.20	231.63	327.80
Coefficiente de Variación	3%	20%	28%

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 1 muestra que, si bien los muros reforzados logran una mayor disipación de energía, al reforzarse, las cargas máximas en los muros tipo CR y CRP disminuyen, teniendo un promedio de 231,63 kN y 327,8 kN respectivamente. Cabe resaltar que para los muros CRP, el muro número 7 presentó una gran resistencia, dada, principalmente, por el tipo de unidades de mampostería republicana que componía el muro, incrementando el promedio de las cargas. Al eliminar este valor atípico, el promedio de las dos unidades restantes dio como resultado 261,6 kN, que representa un valor menor al 263,2 kN alcanzado en promedio por los muros CSR, pero mayor a los muros CR.

Con el propósito de realizar una simplificación de los datos obtenidos, se realizaron las gráficas que aparecen en las Figuras 5 y 6, que muestran el promedio de carga y el esfuerzo para cada tipo de muro. De esta forma, se puede observar que al reforzar los muros se reducen la carga y el esfuerzo máximo que es capaz de soportar cada prototipo, pero aumenta la ductilidad, permitiendo llegar a valores cercanos al doble en las deformaciones unitarias, como se observa en la Tabla 2, en la cual se identifica que las reducciones en los esfuerzos pueden ser hasta del 35 % comparado con los muros sin ningún tipo de refuerzo.

Tabla 2 Resumen de los valores máximos obtenidos en los ensayos experimentales de los muros de mampostería republicana.

Tipo de Muro	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo Máximo (MPa)	Deformación Unitaria (ϵ)	Esfuerzo Máximo (%)
CSR	293,20	4,27	0,027	0%
CR	231,63	2,77	0,040	-35,1%
CRP	261,60	3,63	0,055	-15,0%

Fuente: Elaboración propia.

Discusión

Bajo el marco y objetivos de la investigación se puede inferir que el comportamiento que presentan los muros en compresión depende del tipo de refuerzo que posean. Resalta, en primer lugar, que los muretes CSR resisten más en cuanto a carga máxima se refiere, sin embargo tienen un comportamiento pobre en cuanto a la ductilidad, y se rompen antes que deformarse demasiado. Los muretes CR y CRP disminuyen su capacidad de resistencia máxima, pero son capaces de deformarse un 46,3 % y un 100,5 % más que los muretes CSR, lo que evidencia un gran

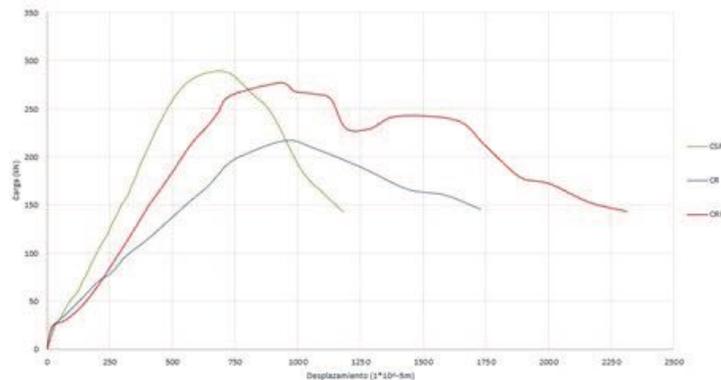


Figura 5. Gráfica Carga vs. Desplazamiento promedio de los tres tipos de muros ensayados a compresión axial. Fuente: Elaboración propia.

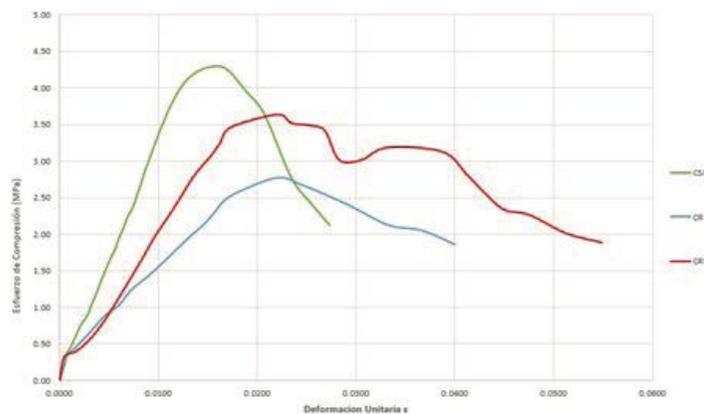


Figura 6. Gráfica Esfuerzo vs. Deformación promedio de los tres tipos de muros ensayados a compresión axial. Fuente: Elaboración propia.

incremento en su ductilidad, reflejado en una mayor zona de fluencia. Este hecho, aunque en principio puede suponer una desventaja estructural, implicaría un mayor tiempo de evacuación en posibles eventos sísmicos que generen afectaciones a las estructuras elaboradas en mampostería republicana, y por consiguiente, representan una alternativa viable para mejorar las condiciones de este tipo de estructuras.

También es importante mencionar que para los prototipos que fueron reforzados, los principales planos de falla se dieron a través del mortero y también en las mismas unidades de mampostería que tenían las perforaciones. La falla en cada ladrillo perforado tuvo forma de "estrella" y dio paso a planos de falla a través de las unidades de mampostería, como se observa en la Figura 7. Este fenómeno pudo ser uno de los causantes de la disminución de la resistencia a la carga de compresión.

De manera similar, en la Figura 7 se observan las dos principales formas en las que los refuerzos de esterilla de guadua cedían ante la fuerza de compresión. Para el refuerzo ubicado a la izquierda se evidencia que, por el aplastamiento, la esterilla se dividió y perdió su capacidad de resistencia. Para el caso del refuerzo ubicado en la parte derecha, la falla se dio por pandeo, al ser el chazo el que cedió ante la fuerza aplicada. Este fenómeno se puede apreciar con mayor detalle en la Figura 8.

Con la adición del pañete se aumentó la capacidad del murete para deformarse y, de igual manera, la carga y el esfuerzo máximo que los muretes lograron resistir. En cuanto a la forma de falla, su comportamiento fue similar al caso de los muros CR, los ladrillos generaban planos de falla a lo largo de las perforaciones, y la esterilla podía fallar por el aplastamiento, como también pandearse en el momento que el chazo no lograba soportar la fuerza a la cual se veía sometido, como se observa en las figuras 9 y 10.

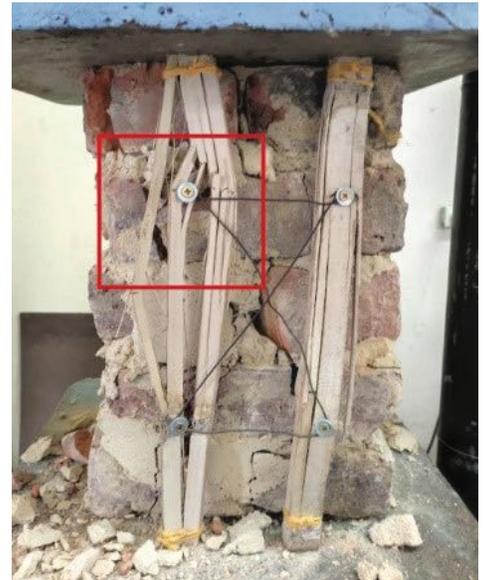


Figura 7. Falla de la esterilla de guadua. Elaboración Propia.

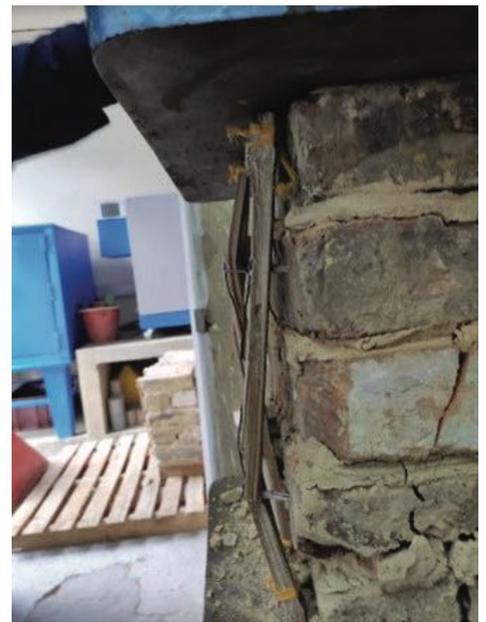


Figura 8. Pandeo del refuerzo. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 9. Falla por aplastamiento. Fuente: Elaboración propia.



Figura 10. Falla por pandeo. Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

El comportamiento de los muretes se corresponde completamente con las proposiciones planteadas al comienzo de la investigación.

Aunque la capacidad de deformación aumentó un 46,3 % para los muros CR, y un 100,5 % para los muros CRP, su capacidad de carga disminuyó un 35,1 % y un 15 % respectivamente.

Se evidenciaron, adicionalmente, incrementos en la ductilidad de los muros con refuerzo, que representan alternativas funcionales ante posibles eventos sísmicos que pongan en riesgo la estabilidad de las estructuras del periodo republicano, brindando un mayor tiempo de evacuación.

Por el modo de falla, sería recomendable añadir algún tipo de mortero cementante al interior de las perforaciones donde van los tornillos, para disminuir la posibilidad de que se produzca un plano de falla en las oquedades.



Luis Sierra Alarcón.
Estudiante de Ingeniería Civil del
Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola
de la Universidad Nacional de Colombia,
Bogotá, Colombia
*E-mail: lhsierraa@unal.edu.co
<https://orcid.org/0009-0009-0255-0261>



Juan Rojas Manrique
Estudiante de Ingeniería Civil del
Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola
de la Universidad Nacional de Colombia,
Bogotá, Colombia
E-mail: pabrojasman@unal.edu.co
<https://orcid.org/0000-0003-3799-9981>

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses que representen riesgos para la publicación del artículo.

DECLARACIÓN DE LA RESPONSABILIDAD AUTORAL

Luis Sierra Alarcón: Conceptualización, curación de datos investigación, metodología, administración del proyecto redacción, revisión y edición del manuscrito.

Juan Rojas Manrique: Conceptualización, curación de datos investigación, metodología, administración del proyecto redacción, revisión y edición del manuscrito.

Alejandro Peña Agatón: metodología, redacción, revisión y edición del manuscrito.

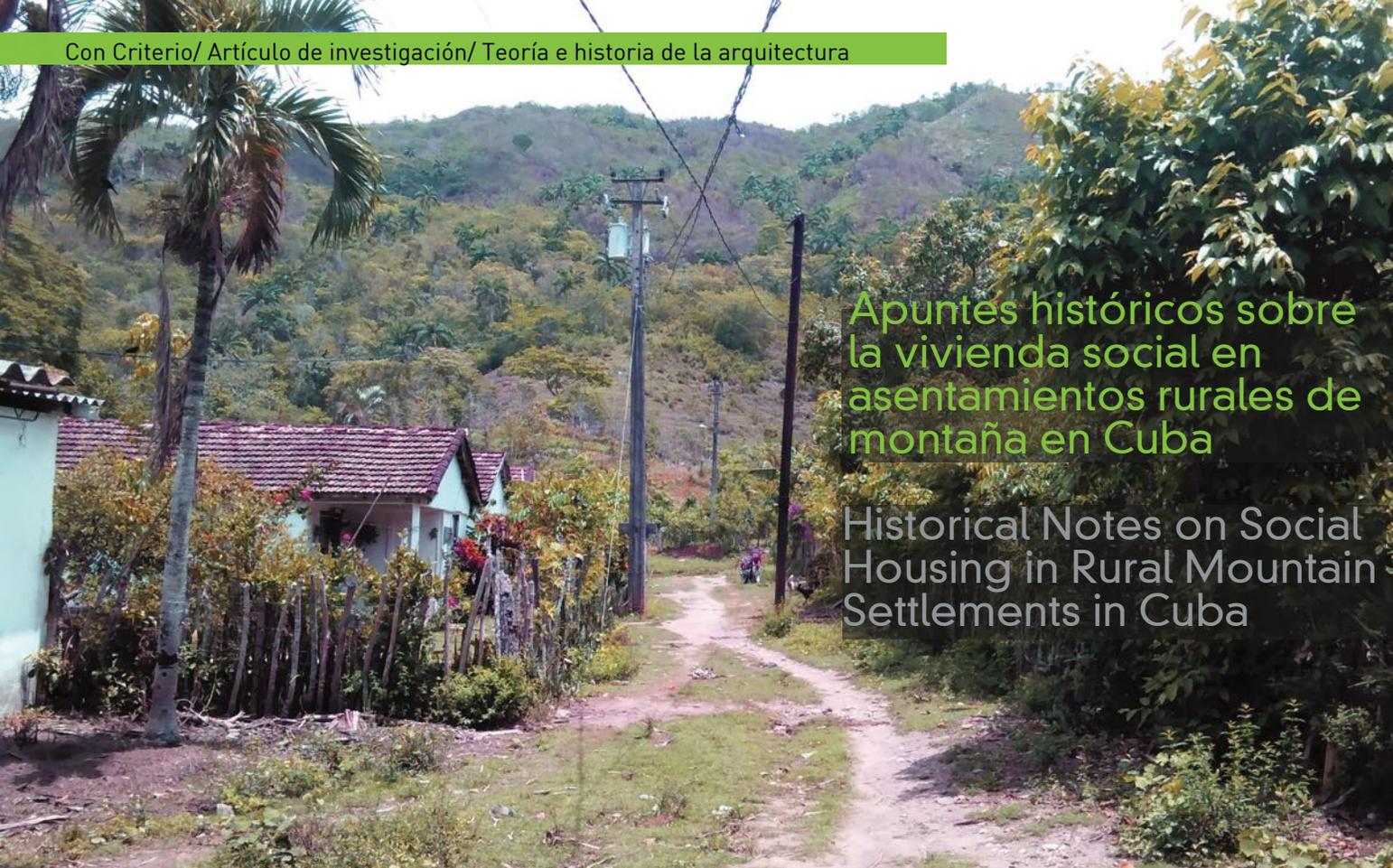
Caori Takeuchi Tam: Conceptualización, adquisición de fondos, recursos, supervisión, validación y revisión y aprobación de la versión final del manuscrito.



Alejandro Peña Agatón
Estudiante de Ingeniería Agrícola del
Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola
de la Universidad Nacional de Colombia,
Bogotá, Colombia.
E-mail: jopenaa@unal.edu.co
<https://orcid.org/0009-0003-7765-2250>



Caori Takeuchi Tam
Docente del Departamento de Ingeniería
Civil y Agrícola de la Universidad Nacional de
Colombia, Bogotá, Colombia.
E-mail: cptakeuchit@unal.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-6273-7118>



Apuntes históricos sobre la vivienda social en asentamientos rurales de montaña en Cuba

Historical Notes on Social Housing in Rural Mountain Settlements in Cuba

Pedro Tex Martínez Cuevas y Andrés Olivera Ranero

RESUMEN: Las soluciones arquitectónicas de vivienda social ejecutadas en los asentamientos rurales de montaña en Cuba no siempre han cumplido con las necesidades y características de su entorno natural y social. La investigación se planteó el objetivo de definir sus referentes históricos desde el triunfo de la Revolución hasta la actualidad, sus etapas de desarrollo, principales exponentes, y las condiciones sociales que influyeron en su evolución. Se realizó un estudio documental que incluyó publicaciones sobre el tema, materiales de archivo y otras fuentes. Se emplearon métodos histórico-lógicos, y procesos de análisis- síntesis y de inducción deducción para el estudio y la interpretación de los resultados. La investigación permitió definir los criterios de diseño empleados en la vivienda social en dichos asentamientos, y sus características comunes. Se concluye que la vivienda objeto de estudio ha transitado por diferentes etapas, prevaleciendo en su diseño, enfoques tecnológicos que se alejan de las características de su contexto.

PALABRAS CLAVE: Cuba, vivienda social, asentamiento rural de montaña

ABSTRACT: The architectural solutions for social housing executed in rural mountain settlements in Cuba have not always met the needs and characteristics of their natural and social environment. The objective of the research was to define its historical references from the triumph of the Revolution to the present, its stages of development, main exponents, and the social conditions that influenced its evolution. A documentary study was carried out that included publications on the subject, archival materials and other sources. Historical-logical methods, and analysis-synthesis and induction-deduction processes were used for the study and interpretation of the results. The investigation allowed to define the design criteria used in social housing in these settlements, and their common characteristics. It is concluded that the house under study has gone through different stages, prevailing in its design, technological approaches that move away from the characteristics of its context.

KEYWORDS: Cuba, social housing, rural mountain settlement.

RECIBIDO: 15 diciembre 2022

ACEPTADO: 20 febrero 2023

Introducción

La vivienda en Cuba resulta un tema pendiente a resolver, aún con el esfuerzo y emprendimiento realizado por el Gobierno Revolucionario desde los primeros días de 1959. La constante demanda de viviendas requiere de continuos y crecientes planes habitacionales que la enfrenten. En el país, estos planes se han desarrollado en diferentes etapas, contextos y con calidad muy variable.

Por otra parte, los esfuerzos a nivel internacional sobre el tema de la vivienda se han enfocado en el contexto urbano, por la concentración de fenómenos que en él se despliegan, mientras que las zonas rurales no han tenido tal relevancia. Sin embargo, en el caso cubano, el desarrollo urbano ha sido priorizado, pero sin olvidar las zonas rurales, por la progresiva necesidad de producción agroalimentaria. En tal sentido, el gobierno ha apostado por el desarrollo cooperativo y conjunto en las zonas rurales, concentrando la fuerza de trabajo en asentamientos, y no de forma dispersa. La vivienda rural constituye entonces un pilar fundamental para tales emprendimientos.

Existen incontables estudios sobre la vivienda y sus definiciones. La gran mayoría de los autores coincide en que es la célula básica de los asentamientos humanos, donde se agrupan personas (familias) y realizan disímiles actividades relacionadas con su entorno. La vivienda adquiere, además, múltiples dimensiones: cultural, política, económica y otras. Por otra parte, se plantea también que constituye una representación del individuo [1].

Las Normas Cubanas (NC) relacionadas con la vivienda establecen varias definiciones. La NC 440 del 2006 plantea la vivienda social urbana como aquella gestionada y financiada por el Estado para la mayoría de la población [2], mientras que la NC 1055-1: 2014, se refiere a la vivienda rural como una clasificación dentro de las viviendas gestionadas y financiadas por el estado cubano, además la ubica en el ámbito rural y agrega el desarrollo de actividades vitales de las familias que la habitan de forma aislada o en asentamientos no clasificados como urbanos, concentrados o dispersos [3]. De lo anterior se puede inferir entonces que la vivienda social en Cuba es planificada y ejecutada por mecanismos estatales para grandes masas populares y puede ser urbana o rural de acuerdo a su emplazamiento.

Por otro lado, dentro del entorno rural nacional, las zonas montañosas constituyen un hábitat de vital importancia por varias razones. Por una parte, constituyen los principales bastiones previstos para la defensa nacional, y por otra, en ellas se producen renglones agropecuarios de alto valor económico, como el café, el cacao y la madera. En estas zonas se encuentran las principales reservas forestales e hídricas del archipiélago, y constituyen áreas de alto valor ecológico, con reservas naturales de excepcional biodiversidad en flora y fauna [4]. En estos asentamientos el país necesita mantener población laboral activa y fomentar su crecimiento, para lograr un desarrollo sostenible.

Una mirada hacia la vivienda de montaña puede aportar indicios de cómo enfrentar en la actualidad su diseño desde otra perspectiva, aunque la vivienda de estos asentamientos constituye solo una fracción de toda una problemática compleja, cuyo estudio necesita un enfoque multidimensional. No obstante, empezar el análisis desde la vivienda, como núcleo básico de estos asentamientos, puede influir en la comprensión de otras dimensiones actuantes en este hábitat.

Las soluciones arquitectónicas dadas a la vivienda social en los asentamientos rurales de montaña no siempre han cumplido con las necesidades

- [1]Cristina M. Vivienda y Asentamientos humanos. Vivienda rural y urbana. Marco socio-histórico [Internet]. Disponible en: https://www.academia.edu/34488366/Vivienda_y_Asentamientos_humanos_Vivienda_rural_y_urbana_Marco_socio_historico
- [2]Norma Cubana NC 440: 2006. Edificaciones. Vivienda social urbana. Área útil máxima. La Habana: Oficina Nacional de Normalización; 2006.
- [3]Norma Cubana NC 1055-1: 2014. Edificaciones. Viviendas. Parte 1: Generalidades. La Habana: Oficina Nacional de Normalización; 2014.
- [4]Hernández Sierra JA. Modelo de Análisis para realizar el Diagnóstico del Hábitat en caseríos de montaña. Caso de estudio: Municipio de Manicaragua [tesis de diploma]. Santa Clara: Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Facultad de Construcciones; 2015. Disponible en: <https://dspace.uclv.edu.cu/server/api/core/bitstreams/7f75e807-8dfa-46d1-9294-959931735906/content>

y características de su entorno natural y social. En múltiples ocasiones se han importado soluciones urbanas que no son adecuadas para la serranía. Por otra parte, los estudios realizados sobre el tema son escasos, dispersos e insuficientes, fundamentalmente en aspectos sociales sobre las necesidades y expectativas poblacionales en cuestiones de vivienda. De ahí la relevancia de entender los antecedentes históricos en el ámbito de vivienda social en asentamientos rurales de montaña. Tomando lo anterior como base se podrán establecer patrones y regularidades en el diseño que permitirán aportar soluciones habitacionales más adecuadas al contexto actual.

Materiales y métodos

La investigación se planteó el objetivo de definir los referentes históricos de la vivienda social en asentamientos rurales de montaña en Cuba desde el triunfo de la Revolución hasta la actualidad, sus etapas de desarrollo, principales exponentes, y las condiciones sociales que influyeron en su evolución.

El trabajo se llevó a cabo mediante procesos analítico sintéticos, para el análisis, la selección y la síntesis de la información obtenida de fuentes bibliográficas provenientes de investigaciones previas afines con la vivienda social en asentamientos de montaña.

Se partió de una exhaustiva revisión de la información bibliográfica sobre la vivienda social en asentamientos rurales de montaña en Cuba, y la consulta de planos y fotografías de archivo, que permitieron perfilar los objetivos y alcance de la indagación.

La revisión documental abarcó referentes desde 1953 hasta el 2022, obtenidas en las siguientes fuentes: reportes de investigación, memorias de congresos, revistas especializadas, normas, decretos, libros, y tesis, entre otros.

Como resultado, se determinaron las diferentes etapas generales del objeto de estudio, las temáticas, y las etapas específicas, siguiendo una estructura que va de lo general a lo particular.

Con vistas a ubicar las soluciones habitacionales en sus contextos particulares, se empleó el método histórico- lógico, mientras que la revisión de soluciones puntuales y específicas que permitieron establecer las características y los criterios de diseño empleados en cada etapa, se realizó mediante la aplicación del método teórico de análisis y síntesis.

La información obtenida se procesó a través de estudios comparativos, lo que permitió arribar a conclusiones.

[5]González D. Hábitat rural: pasado, presente y futuro. *Arquitectura y Urbanismo*. 1993;14(2):51-60.

[6]Castro F. La historia me absolverá. 5ta reimpr. La Habana: Ciencias Sociales; 2007. Disponible en: <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20191016101300/la-historia-me-absolvera-fidel-castro.pdf>

Resultados y discusión

Preámbulo (antes de 1959)

Antes del triunfo de la Revolución, la vivienda rural no era diseñada por profesionales, sino creadas y ejecutadas por la población, de acuerdo con las tradiciones transmitidas de generación en generación, que aún persisten (Figura1). Solo se conoce un caso de vivienda para campesinos diseñada por arquitectos en la década del cuarenta. [5]



Figura 1. Vivienda rural tradicional (bohío) construida por los propios habitantes, ubicada en el macizo de Nipe-Sagua-Baracoa. Fuente: P. T. Martínez Cuevas, 2015.

Asimismo, la situación general del campesinado cubano en los años anteriores al triunfo de la Revolución era deplorable. En 1953 así lo plasmaba Fidel Castro en el documento histórico, *La Historia me Absolverá*:

“...a los quinientos mil obreros del campo que habitan en los bohíos miserables, que trabajan cuatro meses al año y pasan hambre el resto, compartiendo con sus hijos la miseria, que no tienen una pulgada de tierra para sembrar... a los cien mil agricultores pequeños, que viven trabajando una tierra que no es suya... para morir sin llegar a poseerla, que tienen que pagar por sus parcelas como siervos feudales una parte de sus productos, que no pueden amarla, ni mejorarla, ni embellecerla, plantar un cedro o un naranjo, porque ignoran el día que vendrá un alguacil con la guardia rural a decirles que tienen que irse... [6, p 33].

De esta manera, quedaba expuesta la precariedad del hábitat rural, donde la vivienda protagonizaba un eslabón fundamental para solucionarla.

De acuerdo con Rabinovich [7] en las zonas rurales en 1958, el 63% de las viviendas poseía suelos de tierra, el 91% necesitaba de alumbrado eléctrico, y el 97% estaba considerado como viviendas en mal estado. En ese mismo año se sucederían varios acontecimientos por parte del Ejército Rebelde relacionados con la situación del campesinado cubano, radicado fundamentalmente en las montañas orientales y centrales del país. En septiembre de ese año se efectuó el Congreso Campesino en Armas con delegados de varios poblados pertenecientes al macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa. Posteriormente, en octubre, en la Sierra Maestra, fue decretada por Fidel la Ley No. 3 del Ejército Rebelde, relacionada con el derecho de los campesinos a la tierra, conocida como Ley Agraria del Ejército Rebelde. Finalmente se conforma el Buró Campesino en zonas del macizo Guamuhaya, Villa Clara, por el Che [8]. Dichos sucesos sirvieron como asidero para futuros emprendimientos al triunfo revolucionario, sobre todo, referidos al tema agrario, y sentaron las bases para medidas futuras a implementar en cuanto a vivienda.

Por otra parte, la concentración de acciones combativas del Ejército Rebelde en la primera etapa del conflicto, se enmarcó fundamentalmente en el contexto montañoso, primero oriental, y luego central. Como consecuencia, se establecieron fuertes nexos entre ambas partes –campesinado y guerrilleros– y el conocimiento de la situación de estos entornos era muy cercana para los líderes revolucionarios. Tal es así, que las primeras medidas establecidas por el incipiente gobierno serían precisamente en estos contextos.

Transformando un país (1959-1969)

Sobre los inicios del Gobierno Revolucionario en temas de vivienda, Rabinovich [7] plantea tres líneas vitales de trabajo iniciadas en los tres primeros años: la transformación básica del régimen de propiedad y del valor del suelo; el rescate de la planificación territorial para reestructurar integralmente el territorio; y la implementación de planes y proyectos de vivienda como bien social accesible a todos los sectores de la población.

Lo anterior se evidencia en fecha tan temprana como abril de 1959. El joven gobierno otorga un total de 2 millones de pesos para la ejecución de viviendas campesinas, y como resultado además se crea el Departamento del Ejército Rebelde para la Construcción de Viviendas Campesinas. En mayo de ese mismo año se realiza la primera ley de Reforma Agraria, y se funda el Instituto Nacional de Reforma Agraria (INRA), y en 1960, la Dirección de Viviendas Campesinas (DVC) contribuyó a ejecutar en un año 12 500 viviendas en zonas rurales [8], la mayoría de las cuales se asentaron en las montañas de la Sierra Maestra y Nipe-Sagua-Baracoa.

Por otro lado, a mediados de 1960 en El Rosario, Valle de Viñales, en Pinar del Río, se entregaron 120 viviendas rurales [8]. En 1963, luego de la creación del Ministerio de Obras Públicas (MOP) un año antes, se inicia la construcción de la comunidad de la Campana en Manicaragua, Villa Clara. Este proyecto, del arquitecto Fernando Salinas, constituye un ejemplo de buenas prácticas en contextos semi- montañosos, entre otras razones, por la funcionalidad de la propuesta arquitectónica [9].

En 1961 se constituye la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP), institución que impulsó la dinámica revolucionaria, organizando a los campesinos y mejorando sus condiciones de vida. Mientras, hacia 1963,

[7] Rabinovich A. Los intereses sectoriales de la vivienda social en Cuba. EchoGéo [Internet]. 2010 [consultado: día de mes de año]; (12): 24 p. Disponible en: <https://doi.org/10.4000/echogeo.11695>

[8] Ríos Hernández A. La agricultura en Cuba. Apuntes Históricas. La Habana: Infoiima; 2014.

[9] Cuadra M (ed.). La Arquitectura de la Revolución Cubana 1959-2018. Kassel: Kassel University; 2018. Disponible en: https://www.uni-kassel.de/upress/publik/978-3-7376-5049-6_cuadra_CUBA_12MB.pdf

se realiza la Segunda Ley de Reforma Agraria, que constituyó otra nueva promoción para el desarrollo de las zonas rurales del país [8].

En 1968 se inicia el proyecto de las Terrazas, en la actual provincia de Artemisa [9] (Figura 2). La solución urbana-arquitectónica de dicha comunidad constituye un exponente de revisión obligatoria en las propuestas de vivienda social de montaña en Cuba. Su relevancia destaca por muchas razones, Osmany Cienfuegos el arquitecto principal del conjunto, comentaba algunas de ellas:

[10] Leiseca M. Las Terrazas y su entorno. Cultura y Desarrollo [Internet]. 2012 [consultado: 20 de septiembre de 2022]; (7):[54-60 pp.]. Disponible en: http://lapapeleta.cu/media/special-attachments/las-terrazas-y-su-entorno/terrazas_entorno.pdf

...Era necesario agrupar a la población dispersa que vivía en condiciones de extrema pobreza, y construir un pueblo donde aquellos campesinos pudieran disfrutar de lo que se les debía [...]. La urbanización debía dar continuidad a la imagen del trazado de las montañas terraceadas siguiendo las curvas de nivel. En la cima de aquella elevación estaría la Plaza del pueblo donde se concentrarían los servicios de la comunidad. Desde allí se contemplarían las viviendas a lo largo de las zigzagueantes callejuelas, una hacia las zonas de corte y otras en voladizo [...]. El pueblo sería a la medida de los que allí irían a vivir. Los campesinos, en continuas consultas para el diseño, reclamaban -muchas puertas y ventanas- ... [10, p 57].



Figura 2. Conjunto de viviendas en la comunidad Las Terrazas, Pinar del Río.
Fuente: P. T. Martínez Cuevas, 2015.

De manera general, en los primeros años del período se prioriza la construcción de viviendas en el campo. La vorágine constructiva imposibilitaba la experimentación o investigación, por lo que se aplicaron de manera extensiva, modelos anteriores que habían sido efectivos para la pequeña burguesía suburbana. Más adelante se enfoca el problema hacia la producción agropecuaria, y se desarrolla la infraestructura técnica de apoyo (redes viales, eléctricas, embalses), con una visión territorial y no sectorial de estos asentamientos. Además, se desarrollan experiencias orientadas a rescatar la variedad de los conjuntos, con soluciones adecuadas en lo funcional y expresivo. A partir de 1968 se introducen paulatinamente los sistemas prefabricados de tecnología soviética, facilitando la construcción de nuevos asentamientos rurales con edificios multifamiliares de cuatro y cinco plantas [5].

En esta etapa se construyeron también varios asentamientos rurales en la montaña, fundamentalmente en los macizos Nipe-Sagua-Baracoa y Guamuhaya. Destacan comunidades como Boquerones y Jibacoa, en Manicaragua, Villa Clara. Mientras, en el oriente son relevantes Los Arados y El Veril, en Maisí, actual provincia de Guantánamo [11]. Muchos de ellos estaban asociados a diversos planes agrícolas para el cultivo de café, cacao, forestales, e incluso, de hortalizas, o a programas lecheros, como es el caso del Plan Tomate en la Sierra Maestra (1965), y las vaquerías Pinares de Mayarí (1966) [8].

Cárdenas [12] considera que la implementación de los programas masivos de vivienda durante esta etapa se alejaba de los resultados propuestos, pues se había abusado de los proyectos típicos, perdiéndose el enfoque de flexibilidad en la industrialización, que quedó relegada a la prefabricación. Igualmente, menciona que se desentiende la dimensión cultural de la vivienda. Todos estos factores disminuyeron considerablemente la calidad arquitectónica.

Por su parte, Rabinovich [7] divide la etapa en dos. La primera fase, en la que colaboraron el Instituto Nacional de Ahorro y Vivienda (INAV) y el Colegio de Arquitectos, en una búsqueda conjunta de soluciones de viviendas adecuadas, existió un equilibrio en el diseño entre aspectos estéticos, espaciales y funcionales, reforzados con el dominio de cuestiones económicas y técnicas. Mientras que, la segunda fase (hacia 1965) se relaciona directamente con el protagonismo de la pre fabricación, con soluciones que priorizaron factores productivos y de montaje ante otras dimensiones de la nueva vivienda.

En cuanto a la vivienda rural, durante estos años fue asumida por el INRA, destacándose el enfoque agro-productivo de las soluciones. El concepto de vivienda campesina estaba arraigado a la producción de alimentos a pequeña escala o de subsistencia, de ahí que la vivienda social en asentamientos de montaña también adquiriera estas características.

Industrialización de la vivienda rural (1970-1979)

Sobre la vivienda rural cubana de esta etapa, la mayoría de los autores coinciden en señalar el empleo de tecnologías de prefabricado de gran formato y la negación de la experimentación realizada hasta ese momento. Se prioriza el costo económico ante la funcionalidad o la volumetría de las propuestas [5].

La tipificación constructiva de estas soluciones empleadas para mejorar las condiciones de vida de los campesinos bajo el paradigma de "modernidad y bienestar", alteró las formas de habitar de la población local, debido a la rigidez de las soluciones. En consecuencia, surgieron comunidades aisladas en el paisaje, apenas poseedoras de cualificación contextual y particularidad formal, aunque es cierto que garantizaron una vivienda a miles de familias, con apartamentos de más de 60 m² [9].

Por otra parte, durante esta década se constituyó el Grupo de Comunidades, un espacio que garantizó por primera vez en el país, la simbiosis entre arquitectos, urbanistas, sociólogos y trabajadores sociales. Uno de los grandes aportes de este grupo fueron las investigaciones sobre modos, formas de vida y necesidades de los habitantes. Otro de los temas recurrentes fue la discusión sobre el carácter, tamaño y ubicación de las comunidades rurales [12].

Mientras, en las zonas montañosas, durante esta década, se construyeron más de 15 asentamientos en el macizo de Nipe-Sagua-Baracoa,

[11] Cuevas Toraya Jdl. 500 Años de construcciones en Cuba. Madrid: Chavín Servicios Gráficos y Editoriales; 2001. Disponible en: <https://ftp.isdi.co.cu/Biblioteca/BIBLIOTECA UNIVERSITARIA DEL ISDI/COLECCION DE LIBROS ELECTRONICOS/LE-1172/LE-1172.pdf>.

[12] Cárdenas E. La vivienda en Cuba: reflexiones en torno a un problema pendiente. Ecuador Debate [Internet]. 1991 [consultado: 15 de septiembre de 2022]; (76):[55-74 pp.]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10469/4184>

específicamente en Guantánamo y Holguín, posiblemente relacionados con varios planes agro-pecuarios en el cultivo de café y cacao [11]. En 1970 se crea el Centro de Beneficio de Cacao en Jamal, Baracoa. Luego, en 1975, se funda la Estación Central de Café y Cacao en el municipio II Frente, de la provincia de Santiago de Cuba. Posteriormente, en 1978, se inicia el Plan de Recuperación Cafetalera y Cacao en todo el país [8]. De igual manera en Manicaragua, Villa Clara se construyen asentamientos en el macizo montañoso, destacando las comunidades de Can Can y Cordovanales [8].

Específicamente en la región de Topes de Collantes, Trinidad, Sancti Spíritus, de acuerdo a indagaciones realizadas por Gil (2020), se pudo constatar la existencia de viviendas con tecnología Sandino, sistema empleado en otros proyectos típicos de esa zona. El análisis de esta solución refleja su escasa adecuación al entorno, y la negación de la relación interior- exterior, entre otros. Se pudo inferir además, que posiblemente dicha propuesta proviene de una adaptación de un modelo típico urbano [13]. La relevancia de esta solución radica en la metodología de trabajo empleada durante esta etapa, pues se “reciclaban” diseños arquitectónicos urbanos en las empresas para “importarlos” en espacios rurales de todo tipo, incluidos los de montaña, con los inconvenientes y problemas que suponía a corto plazo. (Figura 3)

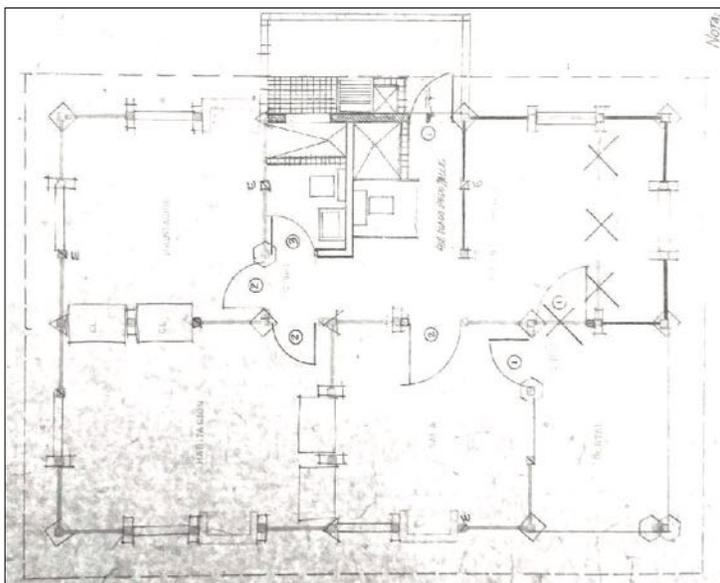


Figura 3. Esquema planimétrico de proyecto típico empleado en Topes de Collantes, Trinidad, Sancti Spíritus, utilizando Tecnología Sandino (Imagen de archivo recuperada), perteneciente a Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería, EMPROY Villa Clara. Fuente: Gil, L. 2020.

[13] Gil L. Estudio de proyectos de vivienda social en asentamientos rurales de montaña en Guamuhaya, periodo 1969-1990 [tesis de diploma]. Santa Clara: Universidad Central Marta Abreu de Las Villas; 2020.

Algunos cambios organizativos en esta etapa contribuyeron a la calidad arquitectónica de los planes de vivienda que se extendieron por todo el país. Bajo la dirección del Ministerio de la Construcción, que absorbió instituciones como el INAV y la DVC, se definieron únicamente dos líneas básicas de desarrollo para la vivienda. La primera estaba relacionada con la construcción artesanal, pero aplicada a edificios multifamiliares, ubicados incluso, en zonas rurales. La segunda línea desarrollada se determinó por la prefabricación pesada y la industrialización, relacionada con criterios de desarrollo constructivo [7].

Otra de las peculiaridades de esta etapa radica en la formación de microbrigadas como forma organizativa para la ejecución de las viviendas. En el caso de la vivienda de montaña quizás no se pudo emplear de manera efectiva, pues requería la incorporación de los habitantes a estas labores, interrumpiendo las suyas propias. No obstante, se emplearon otras alternativas, como la autoconstrucción.

Recolonizando la montaña (1980-1989)

Durante esta etapa, las zonas montañosas adquieren importancia a nivel nacional, no solo en temas habitacionales o de repoblamiento, sino desde lo institucional y académico. Es en estos años donde más asentamientos se realizan en los diferentes lomeríos cubanos, quizás propulsados por un florecimiento económico que repercutió en el impulso constructivo. La región oriental fue la más beneficiada, con aproximadamente 35 asentamientos, donde casi el 98 % de estos radicaban en Nipe-Sagua-Baracoa. En Guamuhaya, de igual forma, se ejecutaron nueve comunidades, reforzando las áreas adyacentes de Manicaragua, provincia de Villa Clara [8].

Muchas de las soluciones de vivienda empleadas en los asentamientos anteriores se relacionan con las llamadas “viviendas económicas” desarrolladas por el Ministerio de la Agricultura (MINAG) y las Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA). Se trata de soluciones de una planta, con muros de bloques, ladrillos, o tecnología Sandino, y cubiertas de tejas o canalón de asbesto cemento. Contaban con pobres materiales de terminación, y fueron construidas con mano de obra no calificada. Estas soluciones se descartaron, entre

otras razones, porque no se incorporaron costos de microlocalización e infraestructura, ni se incluía una parcela para la ganadería y agricultura de auto sustento [5].

En este período, además, se reforzaron los planes forestales, y en 1983 se implementaron las Empresas Agropecuarias Mixtas de Montaña (EMA) creándose 25 entidades de este tipo [8]. En ese mismo año se funda la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba (UNAICC). A pesar de la ausencia de autonomía necesaria por parte del gremio de arquitectos, se realizan intercambios de ideas y convocatorias a concursos que repercutieron posteriormente en las soluciones de vivienda rural [12].

En el medio rural, señala Cárdenas [12], era necesario revitalizar los planes de desarrollo en áreas montañosas. Como resultado, en 1987, con el surgimiento del Plan Turquino, se retoma el enfoque integral hacia la montaña. A pesar de que no se concibieron criterios unificadores para el diseño arquitectónico de estas viviendas, se buscaba una vinculación directa con la parcela circundante, evitando las propuestas de edificios altos. Las circunstancias contextuales y la situación económica del país, exigieron el rescate de soluciones locales con el empleo de recursos materiales disponibles [5]. El Plan Turquino constituye un punto de partida para la comprensión de la complejidad de este hábitat y la necesidad de gestionarlo integralmente.

La academia por su lado, representada por varias universidades del país, recibió el encargo de asistir en el diseño de las viviendas ante la creciente demanda generada por los planes propuestos. En este quehacer aparecieron soluciones a casos particulares, y otras típicas. Así lo explicitaba Díaz en 1984, cuando expuso varias de estas propuestas. De ellas son significativas las viviendas de dos y tres habitaciones para una CPA en el Valle de Viñales, de estructura de madera y cubierta de cerámica roja (tejas criollas), así como las viviendas de igual número de habitaciones, con estructura de ladrillos y cubierta de hormigón armado o asbesto cemento, pensadas para CPA, tanto en el llano como en la montaña [14]. Lo cuestionable de esta última, radicaba en la desconexión de la solución con las especificidades del entorno montañoso.

Sin embargo, uno de los ejemplos de vivienda más logrados y adecuados a los entornos de montaña del país se realizó en 1989, mediante el concurso "Tres diseños para mejorar las condiciones de vida en la montaña", auspiciado por: UNAICC, Instituto de Planificación Física (IPF), Instituto Nacional de Vivienda (INV) y Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (MINFAR). Las soluciones allí presentadas combinan la interacción del medio natural con las necesidades de los habitantes, y el empleo de tecnologías apropiadas, todo lo anterior en cohesión con una expresión atractiva y variada.

Estos proyectos representan un precedente en el estudio del diseño arquitectónico de la vivienda de montaña, no solo por los elementos ya mencionados, sino por su aproximación multi-dimensional en el análisis, y el novedoso enfoque de las soluciones. Adicionalmente este estudio constituyó un detonante para posteriores investigaciones académicas concernientes a la vivienda rural, la vivienda de montaña, o el entorno montañoso en sí, con una influencia evidente del emergente Plan Turquino como Programa del País.

[14] Díaz de Villalvilla A. La vivienda rural y las nuevas formas de producción agrícola. *Arquitectura y Urbanismo*. 1984; 5(1): 66-69.

Tiempos de Crisis (1990-1999)

La caída del socialismo en el este de Europa propició fuertes impactos en la economía cubana, tales como la paralización de algunos programas sociales y económicos. Para no interrumpir completamente la construcción de viviendas se redujo el consumo de varios recursos: cemento, acero, madera, cables eléctricos e instalaciones hidrosanitarias. Así comienza en 1992 el llamado "Movimiento de viviendas de bajo consumo material y energético" o "bajo costo". Asimismo, se buscaron tecnologías "alternativas" de construcción para hacer posible este objetivo [9].

Cárdenas analiza el tema anterior partiendo de la contradicción existente entre el ahorro de materiales en el proceso constructivo y la eficiencia energética de las viviendas, reflejada en la inadecuación climática. Paralelamente a las carencias en la calidad estética, reaparece la preocupación por la identidad social en la vivienda, como respuesta apropiada a los modos de vida, expectativas sociales y culturales [12].

A consecuencia de la extraordinaria depresión económica que afrontaba la Isla, la construcción de viviendas rurales se vio altamente afectada. Las regiones montañosas, al igual que todo el país, recibieron el impacto de la escasez, pero asumió diferentes grados de complejidad en los distintos macizos montañosos, de acuerdo con su desarrollo [15]. Durante estos años no se construyeron nuevos asentamientos en ninguna de las cuatro regiones montañosas, y en algunos casos más críticos, hacia 1995, varias comunidades ya establecidas fueron abandonadas por completo. Algunos ejemplos son: Minas y Centro Cubano, en Cumanayagua, provincia de Cienfuegos, y Caney y Sitio Yeras, en Manicaragua, provincia de Villa Clara [11]. De esta manera, comenzaba un éxodo poblacional que desestabilizó los planes productivos en las serranías.

Sin embargo, se diseñaron soluciones de vivienda muy puntuales relacionados a intereses no agrícolas, como es el caso de "El Peñique", en Topes de Collantes, Trinidad, provincia Sancti Spíritus. Esta propuesta, desarrollada en 1990, recupera la tecnología tradicional, e intenta respetar la topografía del lugar [13]. No obstante, pierde en gran medida la relación directa con el entorno por ser edificios de cuatro niveles. Otro aspecto notable, es su carácter urbano, para una zona de nuevo desarrollo en ese lugar, y no vinculado a actividades productivas agropecuarias (Figura 4).

En estas zonas, además, se redujo al mínimo la autoconstrucción o el empleo de las micro brigadas, no solo por la escasez de materiales de construcción, sino también por la desconectividad y el aislamiento de muchos asentamientos, donde el acceso y la trans-

[15] Gandul L, Luna EC, Sierra DdLC. Programa de desarrollo integral de la montaña. Plan Turquino Manatí, 17 años de avances. Revista Cubana de Medicina General Integral [Internet]. 2009 [consultado: 20 de agosto de 2022]; 25(2): 7 p. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/mgi/v25n2/mgi12209.pdf>



Figura 4. Perspectiva general del proyecto "El Peñique" (Imagen de archivo), perteneciente a Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería, EMPROY Villa Clara. Fuente: Gil, L. 2020.

portación de productos resultaba difícil. Como resultado, se reforzaron materiales y técnicas endógenas del lugar, hasta el momento relegadas por falsos criterios de modernidad. Además, varios programas empleados en el país para asesorar en temas de vivienda, como el Arquitecto de la Comunidad, o la Organización no Gubernamental Hábitat-Cuba, se enfocaron casi exclusivamente en las zonas urbanas. Sin embargo, estas experiencias dejaron un saldo positivo en materia de participación y gestión de la vivienda, que luego se aplicarían en entornos rurales.

Se puede decir que en esta década existió una paralización casi total de la vivienda en asentamientos rurales de montaña, y su proceso de recuperación fue más lento que en otras zonas. Como resultado, en 1995 se crea la Comisión Nacional Plan Turquino-Manatí, por el Decreto No. 197, con un enfoque hacia el desarrollo integral de las regiones montañosas, la conservación de sus ecosistemas y los programas de reforestación del país, así como transformar las condiciones del hábitat de las montañas y zonas aisladas [8].

Nuevos escenarios (2000-Actualidad)

El nuevo siglo irrumpió en Cuba con un ligero y sosegado incremento macroeconómico. En las zonas rurales del país la situación habitacional fue tornándose más favorable. Hacia el año 2003 existían en el Plan Turquino un total de 195 725 viviendas de 114 625 en el año 1988. No obstante, al finalizar el 2003 el 34,8 % de las viviendas se encontraban en mal estado [15].

En el caso de las regiones montañosas, aparecieron varias medidas que propiciaron el desarrollo de la vivienda. En el 2008 se implementa la Norma Cubana (NC) 652:2008, que actualiza aspectos de la NC 53-76 de 1983. En ella se fundamentan criterios sobre el diseño de la vivienda rural de manera genérica, con un enfoque técnico, que hace énfasis en cuestiones funcionales, espaciales y de materiales.

También hay que mencionar que por estos años el gobierno toma la decisión de reestructurar a nivel centralizado los servicios educacionales y de salud en las regiones de montaña, lo cual conspiró en contra de la sostenibilidad de estas comunidades. Muchas de ellas quedaron sin los servicios básicos y comenzaron a depender de la movilidad hacia otros territorios para garantizar la atención de salud y educacional.

Por otra parte, en el año 2014 se pone en vigor el Decreto Ley (DL) 329 referente al funcionamiento del Plan Turquino, y se establece una Comisión Nacional de trabajo donde se articulan todos los ministerios e instituciones actuantes en este contexto [16]. Con esta ley se garantizó el enfoque nacional e integral que ya se venía articulando desde 1987, además relacionó un grupo de decisores y estrategias pensadas únicamente para estas regiones.

A finales de 2016 y principios de 2017 se emprenden los lineamientos del Partido Comunista de Cuba (PCC), como resultado de su VI Congreso. En ellos se esbozan varios ejes de trabajo de interés, como el lineamiento 172 que plantea, entre otras cuestiones, el desarrollo de un programa integral para las montañas, y el incremento de las plantaciones en la pre-montaña, destacando además los recursos forestales y del bosque. Igualmente, el lineamiento 234 se enfoca por la priorización de la construcción, conservación y rehabilitación de viviendas en el campo, por la calidad del hábitat rural y por lograr paulatinamente reincorporar fuerza de trabajo en el sector agroalimentario [17].

Otro de los avances logrados en esta etapa surge en el 2017, con la Conceptualización del Modelo Social Cubano de Desarrollo Socialista. En este documento se encuentran los principios para el desarrollo del país. Uno de ellos (35) describe la importancia concedida al equilibrio de las fuerzas productivas, conjugando zonas rurales y montañosas. Más adelante (128) reconoce el desarrollo sostenible de las zonas de montaña, asegurando infraestructura técnica y en correspondencia con el ordenamiento territorial. Por último, el párrafo 162 se refiere al fortalecimiento estatal de programas integrales de protección ambiental en varios sitios de interés donde se reconocen los macizos montañosos [18].

Por otro lado, en 2019, se establece la Política de Vivienda [19] para el país, donde nuevamente se reafirma la importancia de la vivienda rural dentro del panorama nacional, ahora con intenciones de mejorar la calidad habitacional de estos territorios y garantizar la fuerza laboral activa que permita el desarrollo agroalimentario. Sobre esto último, en el 2021-2022 aparecen un conjunto de medidas para dinamizar la producción agropecuaria, luego de dos años de pandemia, y ante la imperante necesidad y el desabastecimiento generalizado en este sentido. Las medidas pretenden, entre otras cosas, fortalecer las comunidades agropecuarias, jerarquizando la construcción y el mantenimiento de viviendas y priorizando las zonas montañosas del Plan Turquino [20].

Como consecuencia, en el año 2022 se creó el Grupo Nacional de Desarrollo Rural en el país, a solicitud de su máxima dirección. Este proyecto multidisciplinario tiene la tarea de garantizar la sostenibilidad de

- [16] Sobre las comisiones del Plan Turquino. Decreto No. 329/2014 de 10 de enero de 2015. Gaceta Oficial, No. 10 Ordinaria, (11-03 2015). Disponible en: https://www.gacetaoficial.gob.cu/sites/default/files/go_o_10_2015.pdf
- [17] Partido Comunista de Cuba. Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución [Internet]. La Habana, 2011. Disponible en: <https://www.pcc.cu/sites/default/files/documentos/2020-07/lineamientos-politica-partido-cuba.pdf>
- [18] Comité Central del Partido Comunista de Cuba. Conceptualización del modelo económico y social cubano de desarrollo socialista. Lineamientos de la política económica y social de Partido y la Revolución para el periodo 2021-2026 [Internet]. La Habana, 2021. Disponible en: <https://www.mined.gob.cu/wp-content/uploads/2021/09/CONCEPTUALIZACION-DEL-MODELO-ECONOMICO-Y-SOCIAL-CUBANO-DE-DESARROLLO-SOCIALISTA-y-LINEAMIENTOS-DE-LA-POLITICA-ECONOMICA-Y-SOCIAL-DEL-PARTIDO-Y-LA-REVOLUCION-PARA-EL-PERIODO-2021.pdf>
- [19] Ministerio de la Construcción de la República de Cuba. Política de la vivienda en Cuba [Internet]. La Habana, 2019. Disponible en: <https://www.micons.gob.cu/sites/default/files/MICONS/Marco%20Normativo/POLITICA%20GENERAL%20DE%20LA%20VIVIENDA.pdf>
- [20] Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba. Plan de acción para la implementación de las 63 medidas aprobadas para dinamizar la producción agropecuaria [Internet]. La Habana. Oficina de la Viceministra Adianez Taboada Zamora, con la colaboración de Justo González Olmedo; 2021. Disponible en: <https://www.unah.edu.cu/wp-content/uploads/2022/04/63-medidas.pdf>

las regiones rurales. Se destacan dos prioridades para esta labor: comprender la importancia de las regiones montañosas dentro de la ruralidad cubana, y asumir la vivienda rural como elemento base del desarrollo en estas zonas.

A pesar de esta apertura, la vivienda rural de montaña en estos años ha tenido altibajos. Por un lado, continúa la autoconstrucción como método fundamental empleado, ante la ausencia de inversiones estatales, y por otro, se produjo una tendencia de convertir antiguos edificios educacionales de etapas anteriores, en viviendas de cooperativas agrícolas. La precariedad del diseño, brindadas en estos “cambios de uso” en muchas ocasiones han limitado la calidad del ambiente térmico y visual, no apropiados para habitar [9]. Más preocupante aún resulta la desvinculación de los modos de vida de los habitantes con las propuestas habitacionales. En varios casos, todavía en estudio, los residentes de estos apartamentos lo transforman inmediatamente, sin lograr adecuarlos a sus requerimientos básicos.

Un aspecto esencial en el período lo constituye el papel de la academia, de nuevo representada por sus universidades. Estas instituciones han contribuido en gran medida al tema en cuestión, mediante la asesoría, capacitación, producción científica, y en ocasiones, aportando soluciones. Otro de los factores esenciales fue la realización de proyectos de colaboración internacional, no solo por el financiamiento externo que repercutió positivamente en la economía, sino por la transferencia e intercambio de conocimiento. Esto permitió desarrollar investigaciones novedosas, que luego se pusieron en práctica y tuvieron resultados positivos. Entre estos proyectos se destaca: PIAL (Proyecto de Innovación Agroalimentaria Local) con varios años de experiencia y un enfoque nacional. También resalta PRODEL (Proyecto de Desarrollo Local) guiado por el Centro de Estudios de Desarrollo Local (CEDEL), con alcance nacional. Por último, sobresale Hábitat 2, ejecutado por la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas (UCLV), con varios años de experticia y enfocado en el centro del país. Este último ha desarrollado experiencias conjuntas en la región de Guamuhaya, analizando no solo la vivienda, sino el hábitat en todas sus dimensiones (Figura 5). Es destacable también que todos los proyectos mencionados anteriormente fueron financiados por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE).

No obstante, hay que mencionar que en los últimos tiempos ha existido un estancamiento en cuanto a las perspectivas y planes establecidos para la vivienda social de montaña. La inestabilidad económica y social ha menguado algunos esfuerzos (aislados) en este ámbito. Quedan pendientes varias cuestiones no resueltas, entre ellas, la participación social en el proceso de

[21] González D. La vivienda en la montaña. Un nuevo enfoque. *Arquitectura y Urbanismo*. 1989; 10(2):8-15.



Figura 5. Trabajo participativo realizado en Comunidad Gavilanes, Fomento, Sancti Spiritus en 2017. 5a) Sesiones de trabajo. 5b) Collage de los croquis realizados por los propios pobladores. Fuente: Rodríguez M. 2017.

diseño arquitectónico, así como la articulación vivienda-contexto, donde el equilibrio entre la tipificación de las soluciones y la adecuación de las necesidades de los habitantes es más que un reto, y se convierte en un principio de diseño.

Algunas ideas sobre la vivienda de montaña ya eran expuestas por González [21] hace más de 30 años, al plantear la necesidad de la adecuación al medio, el aprovechamiento de los recursos disponibles en el lugar, la adecuación climática, los valores estéticos y la comprensión de las nuevas formas de vida. Esto último resulta de gran relevancia si se quiere aportar una solución adecuada a las necesidades y expectativas de los pobladores.

Otro de los pilares que habrá de implementarse es el diseño participativo de la vivienda como herramienta imprescindible para comprender los modos de vida de la población y lograr la apropiación de las futuras soluciones.

Igualmente, la vivienda social de montaña requiere de la experimentación en varias dimensiones: en la tecnológica- constructiva mediante la combinación de sistemas industrialización de pequeño formato con técnicas y materiales endógenos y tradicionales; en la tipología de la vivienda y su organización espacial y, por último, en la gestión del proceso.

Conclusiones

Durante las primeras décadas de la Revolución ocurrieron un sinnúmero de acciones que permitieron transformar radical y paulatinamente la situación de la vivienda de montaña en el país. Al inicio, las soluciones habitacionales fueron regidas por el INRA, con el carácter agroalimentario que suponía para esta etapa, para luego adquirir cierta autonomía institucional.

Se puede decir que la "época dorada" de la vivienda de montaña en el país se remonta a los años '80, donde no solo se construyeron un heterogéneo grupo de comunidades en toda la geografía nacional, sino que se estableció el Plan Turquino, como un hito para la gestión y el desarrollo de estos macizos. Además, se reforzó el protagonismo de las universidades en este quehacer, no solo en la investigación, sino en la acción concreta, lográndose una vinculación directa entre la academia, las necesidades reales de la población, y los demás actores involucrados.

La crisis de los '90 marcó un estancamiento en todos los sectores económicos del país, lo que afectó también a la vivienda en estas regiones, ya de por sí aisladas y desfavorecidas, que se vieron replegadas a la mínima expresión, con varios asentamientos que se despoblaron en su totalidad.

Hacia los 2000, múltiples medidas gubernamentales e institucionales favorecieron la recuperación de los asentamientos rurales de montaña y con ellos de la vivienda. La autoconstrucción vuelve a adquirir relevancia, no obstante, el diseño arquitectónico se limita a cuestiones técnicas y funcionales, sin profundizar en otras dimensiones más relevantes. El Estado por su parte, retoma el enfoque integral hacia la montaña, plasmado en nuevas estrategias y programas, incluido el de la vivienda.



Pedro Tex Martínez Cuevas

Arquitecto. Docente de la Facultad de Construcciones. Departamento de Arquitectura, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara, Villa Clara. Cuba.

E-mail: mcuevas@uclv.cu

<https://orcid.org/0000-0001-6511-1949>



Andrés Olivera Ranero

Arquitecto. Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor Titular de la Facultad de Construcciones. Departamento de Arquitectura, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara, Villa Clara. Cuba.

E-mail: aolivera@uclv.edu.cu

<https://orcid.org/0000-0001-8815-9187>

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERESES

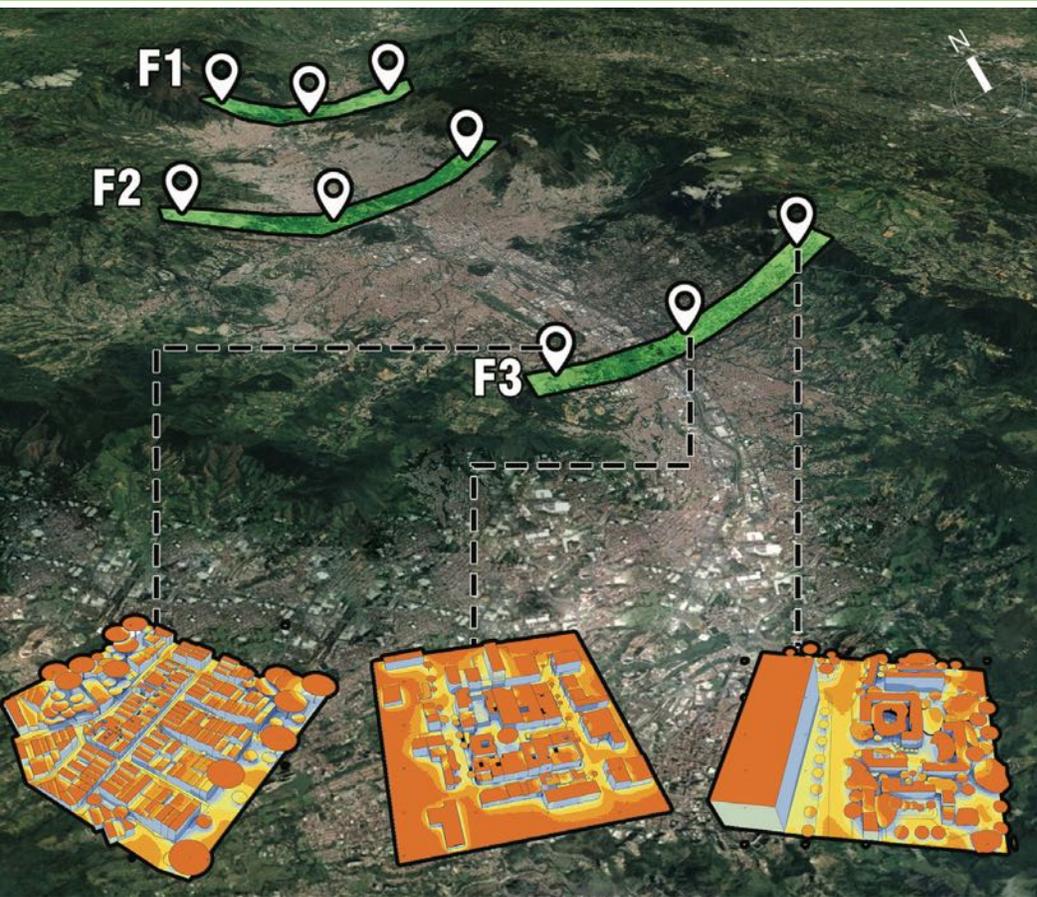
Los autores declaran que no existen conflictos de intereses que representen riesgos para la publicación del artículo.

DECLARACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Pedro Tex Martínez Cuevas: Formulación, recolección de datos y su posterior análisis, síntesis y sistematización. Redacción y edición del manuscrito.

Andrés Olivera Ranero: Metodología, supervisión. Redacción y edición del manuscrito.





Leidy Milena Marín-Bedoya
 David Alejandro Orozco-Gallo
 Juan Camilo Villegas-Echavarría
 John Arango-Flórez
 Yury Andrea Hernández-Duque
 Daniel López-Álvarez

Asoleamiento y radiación solar en diferentes zonas geográficas del Valle de Aburrá

Sunlight and Solar Radiation in Different Geographical Zones of the Aburrá Valley

RESUMEN: El relieve topográfico del Valle de Aburrá genera condiciones climáticas variables a lo largo de su territorio, que no se toman en cuenta en las decisiones urbanísticas. El objetivo de la investigación fue establecer las diferencias de asoleamiento y radiación en distintas zonas, definir factores que influyen en su variabilidad, y proponer alternativas para diferentes condiciones. Se seleccionaron y modelaron nueve manzanas en ladera y planicie, en tres franjas del valle, y se hicieron simulaciones mediante programas computacionales para definir los microclimas en cuanto a asoleamiento y radiación. Se concluye que: existen diferencias climáticas importantes entre las laderas oriental, occidental y la planicie; la radiación solar en las vías se reduce, según su orientación y arborización; los municipios al sur tienen mejor desempeño en la atenuación de la radiación; la radiación en las fachadas al poniente difiere hasta un 29% y las calles en sentido oriente - occidente tienen más tiempo de radiación solar por día como promedio.

PALABRAS CLAVE: arquitectura bioclimática, clima tropical andino, radiación solar, asoleamiento, habitabilidad, Valle de Aburrá

ABSTRACT: The topographic relief of the Aburrá Valley generates variable climatic conditions throughout its territory, which are not taken into account in urban planning decisions. The objective of the research was to establish differences in sunlight and radiation in different areas, define factors that influence its variability, and propose alternatives for different conditions. Nine blocks on slopes and plains were selected and modeled, in three strips of the valley, and simulations were made using computer programs to define microclimates in terms of sunlight and radiation. It is concluded that: there are important climatic differences between the eastern and western slopes and the plain; solar radiation on the roads is reduced, depending on their orientation and tree planting; the municipalities to the south have a better performance in radiation attenuation; radiation on the façades to the west differs by up to 29%; and the streets in the east-west direction have more solar radiation time per day on average.

KEYWORDS: bioclimatic architecture, tropical andean climate, solar radiation, sunlight, habitability, Aburrá Valley

RECIBIDO: 10 diciembre 2022

ACEPTADO: 15 febrero 2023

Introducción

El Valle de Aburrá está ubicado en Antioquia, Colombia, sobre la cordillera central del sistema montañoso de los Andes, y comprende los municipios de Caldas, Sabaneta, La Estrella, Envigado, Itagüí, Medellín, Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa. Tiene una longitud de 60 km, que son atravesados en su totalidad por el Río Aburrá [1]. Su población asciende a 3 866 000 habitantes, lo cual corresponde al 60% de la población en Antioquia.

El Valle de Aburrá, cuenta con un clima tropical andino, enmarcado en montañas que oscilan entre los 1 300 y 2 800 metros sobre el nivel del mar, y tiene condiciones ambientales continuamente cambiantes, con temperaturas entre los 17°C y 28°C y humedad relativa entre 40% y 70% . [1]

Geográficamente, el Valle de Aburrá está conformado por dos laderas escarpadas el los costados oriente y occidente, atravesadas por el Río Medellín en sentido sur-norte, a esta estructura topográfica se le superpone un trazado urbano en damero que configura a la conurbación central del Valle de manera paralela y perpendicular al río, generando vías en sentido oriente occidente que presentan pendientes de entre el 5% y el 50%, incluso más [2] en muchos casos vías impracticables para los vehículos cuya única configuración posible es en forma de escaleras peatonales. Estas condiciones diferenciadas de altitud e inclusive de orientaciones del damero rotadas con respecto al norte, generan una variedad de microclimas que definen en mayor o menor medida la vida cotidiana de los habitantes y no han sido caracterizadas de manera sistemática para mejorar la toma de decisiones en el desarrollo del territorio.

A pesar de esta condición climática cambiante del valle, los actores involucrados en el desarrollo urbano (diseñadores, planificadores, constructores, albañiles, auto constructores, entidades gubernamentales, etc.) basan los procesos de toma de decisión en materia urbanística en datos bioclimáticos homogenizados de las condiciones climáticas de la ciudad, lo que puede generar inconsistencias entre las formas urbanas y arquitectónicas y las condiciones microclimáticas de los distintos sectores de la ciudad, afectando así la calidad de vida de sus habitantes.

Se sostiene la hipótesis de que estos factores climáticos se ven afectados principalmente por las condiciones geográficas cambiantes, además del trazado urbano, el arbolado, y las intervenciones paisajísticas, que generan una serie de microclimas dependiendo de la localización.

Es por ello que este estudio planteó como objetivo establecer las diferencias de asoleamiento y radiación en diferentes zonas del Valle de Aburrá, que abarcan la planicie y las laderas oriental y occidental, para definir los factores que influyen en su variabilidad, e igualmente, proponer diferentes alternativas en las condiciones asociadas a estos fenómenos, para un mejoramiento en la calidad de vida de los moradores en los lugares de estudio.

Marco teórico

Microclimas, relaciones entre geografía, estructura urbana, arbolado y radiación solar

El microclima se define como aquello “que caracteriza a una zona urbana a pequeña escala, y está constituido por la influencia del entorno construido en las condiciones climáticas a mayor escala. Las variables atmosféricas de un microclima pueden desviarse sustancialmente de las condiciones que prevalecen en una zona más amplia. En otras palabras: el diseño de una

[1] Área Metropolitana Valle de Aburrá [Internet]. 2019 [consultado: 24 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.metropol.gov.co/area/Paginas/somos/Historia.aspx>

[2] Muñetón-Pérez JC, Sepúlveda-Morales CM, Pérez-Quintero M, Jurado-Santander BC, Higuera-Rodríguez A, Cerón-Gómez S, et al. Incidencia de las condiciones materiales y morfológicas de la estructura urbana y el espacio vial de las laderas del Valle de Aburrá en el comportamiento humano. En: Sexto Congreso Internacional Medio Ambiente Construido y Desarrollo Sustentable MACDES. La Habana: Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, Cujae; 2022. p. 3487-98.

ciudad y sus componentes establece las condiciones de sus microclimas [3]. En este sentido, el contexto urbano del Valle de Aburrá está constituido por microclimas definidos por la morfología urbana, el crecimiento de la ciudad y la topografía en ladera [4], factores que establecen variables que cambian según el sector, influenciando la ventilación, la radiación y la temperatura urbanas y por tanto los modos de vida de los habitantes de la ciudad. [2] [5] [6].

A su vez, la arborización en climas tropicales se vuelve esencial para el confort climático urbano exterior, afectado por el viento, el sol y la temperatura [7]. Se ha comprobado que la intervención paisajística en forma lineal es la más eficiente para generar sombra en esquemas urbanos en damero. Sin embargo, en trazados orgánicos adaptados a las pendientes propias del terreno, la eficiencia del arbolado urbano no está en función de su ubicación geométrica perfectamente alineada al eje de la vía, sino que, en cambio, es necesario buscar nichos “problemáticos”, donde las condiciones de radiación y temperatura sean críticas, y generar allí pequeños bosques diseñados especialmente para ese tipo de espacios [8], igualmente este tipo de intervenciones se puede complementar con la implementación de elementos verdes en fachadas, patios y cubiertas, además de la construcción de parques, de tal manera que se logre disminuir entre 1 y 4,7 °C la temperatura de cada uno de estos espacios.

La generación de este tipo de intervenciones trae grandes beneficios más allá de lo ornamental: “el mejoramiento del microclima urbano a partir de la reducción de la temperatura ambiente, la humectación del aire, la intercepción del agua de lluvia, la regulación y control de iluminación natural, aumento de la biodiversidad, disminución de los gases de invernadero, entre otros” [8, p. 8].

Adicionalmente existen otra variedad de factores como: el albedo, el ozono y la altitud y latitud que influyen directamente en la temperatura y el viento [9]. Por ejemplo, la latitud en la zona tórrida determina la inclinación de los ángulos solares los cuales inciden de manera directa garantizando radiación solar durante todo el año. Este tipo de fenómenos afectan las condiciones de confort térmico en las personas, tanto en interiores como en exteriores, debido al comportamiento térmico del espacio [6] [10].

De igual forma, el estudio de la radiación es importante, pues se conoce que una exposición prolongada a la radiación ultravioleta (UV) “puede provocar daños severos en la piel y alteraciones en la salud, y el sistema inmune, cambios y degeneración de las células y tejidos fibrosos” [9, p. 1], así que conociendo el índice ultravioleta (IUV) en zonas específicas, es posible plantear estrategias urbanas adecuadas con el propósito de proteger a las personas de la exposición excesiva de los rayos del sol.

Materiales y método

Para el desarrollo del presente trabajo se seleccionó una muestra conformada por nueve manzanas, distribuidas en tres franjas transversales al río Aburrá (tres manzanas por franja), ubicadas en: ladera occidental, ladera oriental y planicie, o fondo del valle respectivamente. Se realizó el modelado de cada una de ellas, y se generaron simulaciones computacionales de radiación y asoleamiento de un año promedio, cuyos datos arrojados permitieron, mediante un método inductivo analítico, definir la serie de microclimas presentes a lo largo del Valle. (Figura de la portada).

- [3] Pijpers-van Esch M. Designing the Urban Microclimate: A framework for a design-decision support tool for the dissemination of knowledge on the urban microclimate to the urban design process. A+BE | Architecture and the Built Environment [Internet]. 2015 [consultado: 9 de julio de 2023]; [6]:[1-308 pp.]. Disponible en: <https://doi.org/10.7480/abe.2015.6.905>
- [4] Salazar JH, Arango-Flórez J. Zonas de similitud y diferencia térmica en el área urbana del Valle de Aburrá, Colombia. En: Sexto Congreso Internacional Medio Ambiente Construido y Desarrollo Sustentable MACDES. La Habana: Universidad Tecnológica de La Habana, Cujae; 2022. p. 3432-42.
- [5] García-Cardona AA, Herreño-Tellez E, Hernández-Duque YA, Arango-Flórez J. Condiciones geoclimáticas y sociodemográficas de espacios urbanos en el clima tropical andino, caso de estudio zona norte Medellín, Colombia. En: Sexto Congreso Internacional Medio Ambiente Construido y Desarrollo Sustentable MACDES. La Habana: Universidad Tecnológica de La Habana, Cujae; 2022. p. 3479-86.
- [6] Cerón-Gómez S, Fernández-Aguirre B, Gómez-Castaño MC, Higuera-Rodríguez A, López-Álvarez D, Muñeton-Pérez JC, et al. Comparación simultánea de condiciones térmicas de zonas urbanas en laderas de Medellín, Colombia. En: Sexto Congreso Internacional Medio Ambiente Construido y Desarrollo Sustentable MACDES. La Habana: Universidad Tecnológica de La Habana, Cujae; 2022. p. 3499-509.
- [7] Zuluaga SC, Londoño F, Restrepo MC, Parra E, Arango L, Salazar JH. El impacto de la arborización como estrategia de mitigación de la isla de calor urbana en el Caribe colombiano. En: Sexto Congreso Internacional Medio Ambiente Construido y Desarrollo Sustentable MACDES. La Habana: Universidad Tecnológica de La Habana, Cujae; 2022. p. 3470-8.
- [8] Castillo AL, Correa EN, Cantón MA. Incidencia de la permeabilidad solar forestal en el comportamiento térmico de urbanizaciones adaptadas a áreas piedemontanas. Estoa [Internet]. 2022 [consultado: 9 de julio de 2023]; 11(21):[7-20 pp.]. Disponible en: <https://doi.org/10.18537/est.v011.n021.a01>
- [9] Ernst MJ, Charadía RA, Gonzalez PS. Caracterización del índice ultravioleta de riesgo solar en Concepción del Uruguay [trabajo de curso]. Universidad Tecnológica Nacional, 2020. Disponible en: <http://jei.fagdut.org.ar/files-jei/TRABAJO%2020.pdf>
- [10] Rajkumar S, Amirtham LR, Horrison E. Thermal Comfort assessment of a Studio Classroom in Hot & Humid Climate Conditions. En: ICUC9 - 9th International Conference on Urban Climate jointly with 12th Symposium on the Urban Environment. Toulouse, France: World Meteorological Organization; 2015. 6 p.

Como criterios para la selección de las franjas se tuvieron: a) que pasen por distintos municipios del Valle de Aburrá, b) que sean transversales al río, c) que la amplitud del valle varíe en cada una de ellas, y d) que las condiciones topográficas, o las pendientes en las zonas de estudio, fueran variadas. (Figura 1).

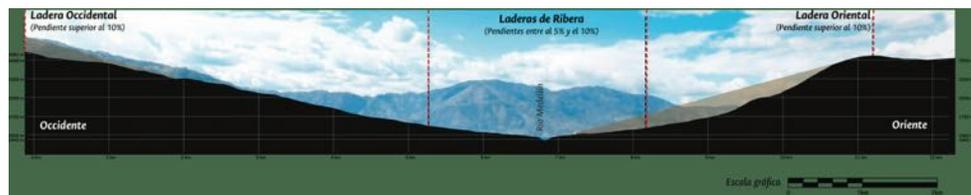


Figura 1. Sección de la Franja 02 Medellín, Fuente Autores, 2022.

Para la selección de las manzanas, igualmente se buscó diversidad en los casos de estudio: a) manzanas con distintas formas de ocupación urbana, y con variedad de formas edilicias, b) que tuvieran distintas conformaciones de arbolado urbano o, incluso, ausencia del mismo, y c) que el tamaño de las parcelas y las alturas de las edificaciones fueran diversos, al igual que las secciones de vía. En general, se buscaron casos de estudio dispares, para lograr evidenciar la mayor cantidad posible de condiciones microclimáticas asociadas al asoleamiento, y así poder identificar cuáles de ellas poseían mejor desempeño.

Recolección y organización de la información

Para llevar a cabo las simulaciones fue necesario establecer un sistema para ordenar la información, permitiendo así su posterior organización y acceso, tanto para el modelado de las manzanas, como para la ejecución de las simulaciones. Para ello se llevaron a cabo las siguientes acciones:

Codificación de manzanas: Se propuso la siguiente tabla de nomenclatura para las manzanas (Tabla 1) para facilitar la identificación, ordenamiento y almacenamiento de la información generada.

Tabla 1. Nomenclatura de manzanas de estudio.

FRANJA	CÓDIGO	CONTENIDO
Franja 01: Bello	F1_ME	Franja 1; manzana este
	F1_MC	Franja 1; manzana centro (fondo de valle)
	F1_MO	Franja 1; manzana oeste
Franja 02: Medellín	F2_ME	Franja 2; manzana este
	F2_MC	Franja 2; manzana centro (fondo de valle)
	F2_MO	Franja 2; manzana oeste
Franja 03: Itagüí - Envigado	F3_ME	Franja 3; manzana este
	F3_MC	Franja 3; manzana centro (fondo de valle)
	F3_MO	Franja 3; manzana oeste

Fuente: Autores, 2022.

Modelado de manzanas

Se procedió a la modelación digital y posterior simulación computacional de las zonas de estudio, utilizando los aplicativos Sketchup™, Rhinoceros™ y Climate Studio™. Fueron usadas las siguientes condiciones o protocolos:

- Los modelos se realizaron en Sketchup™ (formato .SKP).
- Se modeló únicamente el contexto inmediato a la manzana, esto es, los predios perimetrales al modelo resultante, de tal manera que quedaron solo las edificaciones con incidencia de sombra directa sobre la zona de estudio. No hubo ninguna geometría en la parte inferior al piso del modelo, y en general, se depuró cualquier objeto que no incidiera directamente en la manzana en estudio.
- Se nombró cada archivo resultante conforme al código alfanumérico correspondiente a cada manzana.
- Se orientó el modelo con norte real y se localizó en un punto cercano al origen.
- Se aplicó el siguiente esquema de nomenclatura de capas para su organización y manejo, discriminado por material: árbol, viento, asfalto, concreto, enchape piedra - cerámica, follaje, ladrillo, metal, revoque - pintura color, revoque - pintura blanco, teja de barro, teja de asbesto-cemento, tronco árbol, vidrio y zona verde. La reducción del número de materiales a los mencionados, facilitó la ejecución de la simulación, por disminuir la cantidad de variables y cálculos a realizar por parte del software.
- Se utilizó un nivel de detalle bajo: se modeló sólo una cara frontal en representación de toda la fachada de cada predio, sin incluir vanos, voladizos, escaleras, accesos, etc. Igualmente, las cubiertas se modelaron planas y representadas en una sola cara por edificación.
- Se verificó que la orientación de las caras fuera la correcta, esto es, que quedaran con la fachada de la textura primaria hacia afuera, para evitar problemas con el reconocimiento de estas.
- Se explotó el modelo para que quedara sin componentes o grupos, de tal manera que fuese correctamente procesado posteriormente al importarlo en la aplicación Rhinoceros™.

Bajo estas condiciones, se procedió a trasladar la información de los modelos en formato .SKP, a .3DM, del software Rhinoceros™, e igualmente cada modelo se nombró con la nomenclatura correspondiente al código de la manzana.

Simulación de los modelos computacionales

Se realizaron las simulaciones computacionales en el Plug In Climate Studio™ (complemento o extensión de la aplicación Rhinoceros™), bajo las siguientes condiciones:

- *Asignación de materiales:* se usaron materiales genéricos en representación de cada capa utilizada (Tabla 2).

Tabla 2. Materiales de Climate Studio™ asignados a las capas de trabajo de Sketchup.™.

CAPA	MATERIAL DE CLIMATE STUDIO™
Asfalto	asphalt road
Árbol	tree foliage
Ladrillo	red brick
Metal	media lab metal
Enchape piedra - cerámica	stone decorative wall
Revoque blanco	white painted wall
Teja de barro	ceramic stone tile
Teja de eternit	grey ceramic tile floor
Tronco árbol	arbol-tree truck
Vidrio	SageGlass clear
Zona verde	grass 3

Fuente: Autores, 2022.

- *Distancia entre sensores:* se dejaron los valores por defecto (4,80 m) tanto en fachadas como en cubiertas de las edificaciones, e igualmente en las caras representativas de árboles. Sobre el nivel de piso, se colocaron a 1 m, al ser un plano de análisis que requiere más nivel de detalle.
- Se comprueba la orientación de las caras en el sentido correcto, para que el plano de análisis fuera consistente en todo el modelo.
- Se usó el archivo climático de la ciudad de Medellín. (fCOL_ANT_Medellin-Olaya.Herrera.AP.801100_TMYx.2007-2021.epw), disponible en: https://climate.onebuilding.org/WMO_Region_3_South_America/COL_Colombia/index.html#IDANT_Antioquia-
- La información derivada de cada simulación y modelo se organizó en una carpeta con el código correspondiente a cada manzana.

Análisis de la información obtenida

Una vez ejecutadas las simulaciones, se procedió a presentar descriptivamente los resultados arrojados en cada caso, mediante la extracción de imágenes de los modelos 3D con los sensores y escalas de colores, al igual que los gráficos de barras que resumen las condiciones de cada zona.

Tanto la tabla de datos preliminares, como los resultados obtenidos en las simulaciones, se sometieron a un proceso de inducción analítica. Mediante este método se llegó a generalizaciones que permitieron caracterizar climáticamente cada franja a partir de los

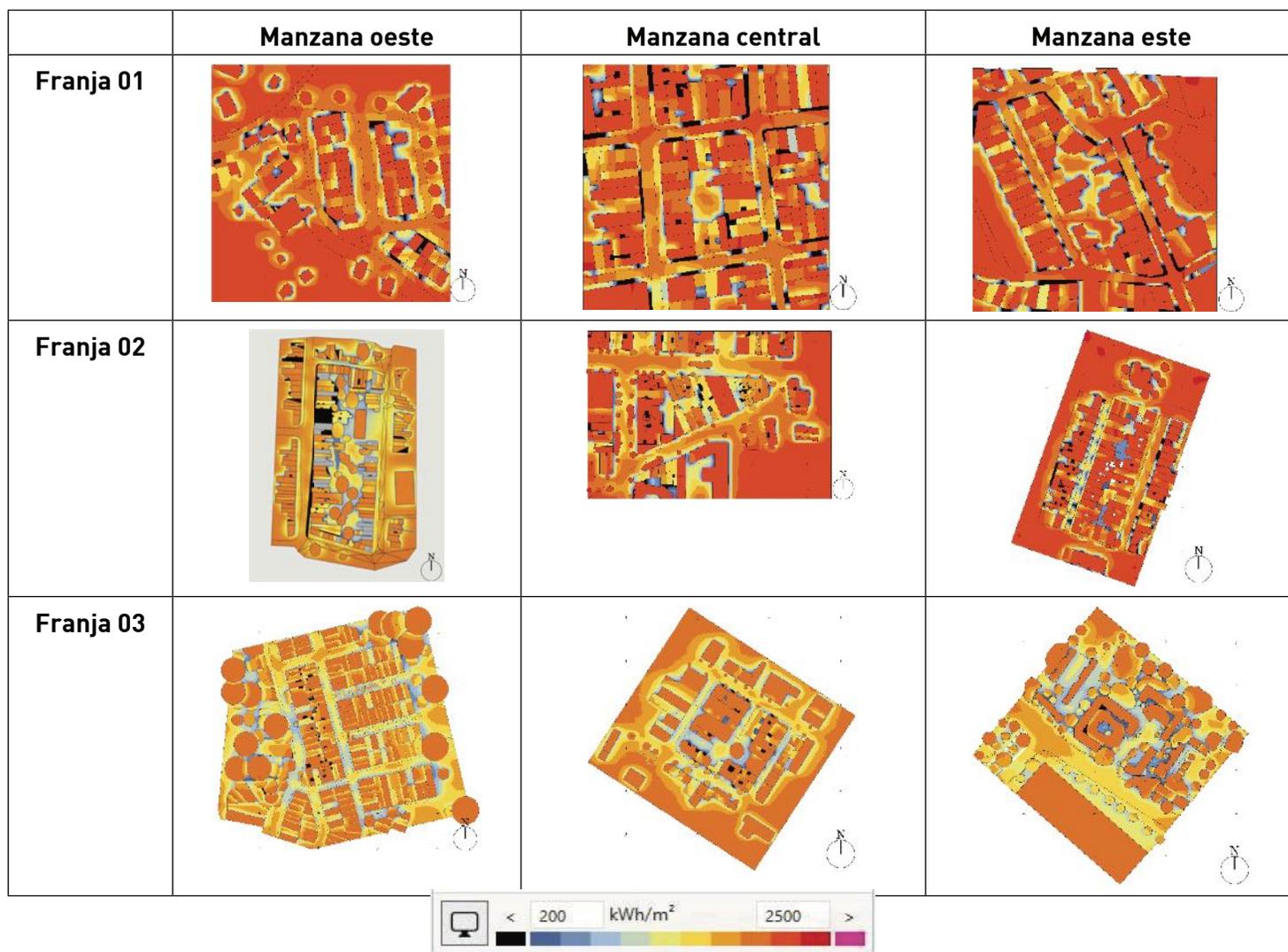
hallazgos particulares de cada manzana. Este método, como lo menciona Chávez, “separa lo esencial de lo accidental para formular generalizaciones aplicables a contextos similares identificando palabras, expresiones, categorías, fenómenos, patrones o recurrencias” [11].

Resultados y discusión

Una vez simuladas las condiciones térmicas de las zonas de estudio, se procedió a organizar los resultados de cada una de las categorías descritas a continuación, mediante la tabulación de los kWh/m² de cada sensor en cuestión, y así determinar el comportamiento típico de cada zona. Para la estimación de la naturaleza o las características de cada zona, se compararon tanto las manzanas entre franjas, como las franjas en conjunto, para determinar así cuáles podrían ser las condiciones que generan mayores o menores incidencias de radiación sobre las edificaciones y el espacio urbano (Tablas 3 y 4).

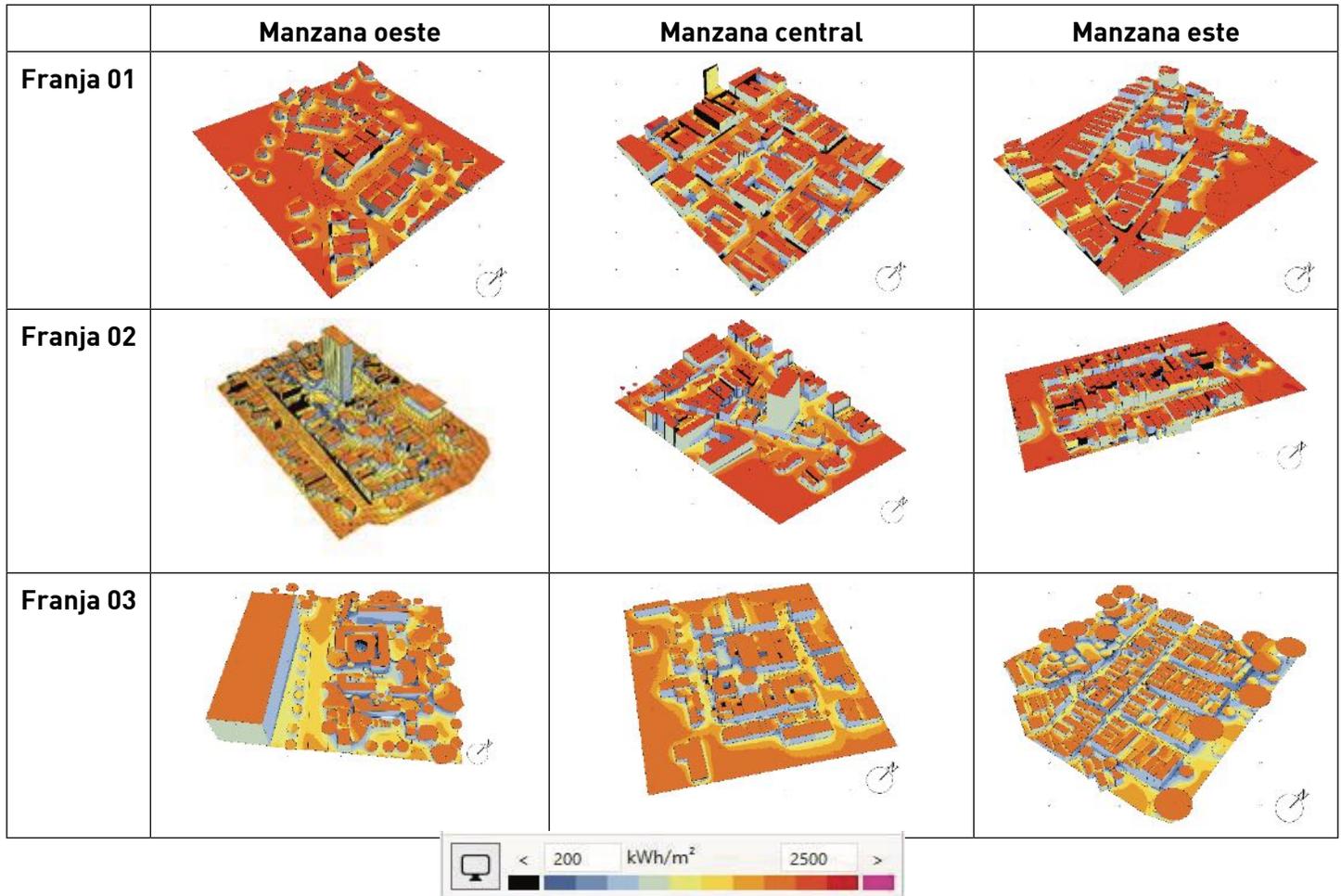
[11] Chávez-Giraldo JD. La investigación en los campos de la arquitectura: reflexiones metodológicas y procedimentales. Medellín: Universidad Nacional de Colombia; 2015. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79559>

Tabla 3: Resultados de las simulaciones de las manzanas estudiadas en planta.



Fuente: Autores, 2022.

Tabla 4. Resultados de las simulaciones de las manzanas estudiadas en vista superior.



Fuente: Autores, 2022.

Reducción de radiación solar por medio del arbolado urbano

La franja 1 se caracterizó por tener una alta densidad urbana, con edificaciones de poca altura y secciones viales reducidas, que no permiten la siembra de jardines ni el crecimiento de árboles, por lo que es la zona de estudio en la cual se registraron mayores índices de radiación solar (entre 23,6% y 35,3%); la manzana con menor incidencia de radiación solar fue la F1_M0, donde se presentaba una mayor extensión de zonas verdes, y un mayor número de individuos arbóreos generadores de sombra.

En la franja 2 se identificaron individuos arbóreos distribuidos de manera dispersa, pero con un mejor desempeño que en la franja 1, debido a que estaban presentes en mayor cantidad gracias a los beneficios propios de una sección urbana más amplia. Fue llamativo encontrar que la manzana en la cual se distribuía una mayor cantidad de árboles en el espacio urbano (F2_MC), fue donde menor reducción de radiación ocurrió (29,2%), muy posiblemente debido al reducido tamaño de copa de los árboles y a la lejanía entre ellos.

Se podría decir que la franja 3 fue la única en la que se vieron intenciones claras de generar bosques urbanos en las distintas zonas de las manzanas

estudiadas, y es por esto que es allí donde hubo mayores índices de reducción de radiación. El éxito del arbolado urbano distribuido a lo largo de esta franja residió posiblemente en la diversidad de altitudes y anchos de copa de las especies utilizadas, donde, no solo había un gran árbol que cubría el espacio, sino que también había una serie de especies de menor envergadura a una altura más baja que tamizaban la radiación solar que pasaba por entre las primeras ramas, y funcionaban como un sistema natural para mejorar notablemente las condiciones de confort lumínico de los espacios donde estas se ubican (Figura 2).

Incidencia de radiación solar en las fachadas

Las fachadas orientadas al poniente reciben radiaciones distintas entre laderas. Estas presentaron leves diferencias entre las franjas 1 y 2, las cuales están geográficamente más cercanas entre sí, y tienen emplazamientos similares en la retícula del trazado urbano que tiende al sentido oriente - occidente, y norte - sur. Según el gráfico (Figura 3) se puede decir que, en este conjunto de casos de estudio, existe una variación de 156 kWh/m² (variaciones de hasta 15%).

En el caso de las manzanas de la franja 3, se aprecian disminuciones sustanciales de radiación respecto a las manzanas de las otras franjas: en la F3_MC hubo un registro de 781 Kw/m²; en la F3_ME, 766 Kw/m²; y en la F3_MO, 779 Kw/m². A pesar de que las edificaciones tienden a ser más altas en esta zona, por lo cual se esperaría que hubiese una mayor incidencia del sol en las fachadas, se puede atribuir la atenuación del fenómeno al conjunto de árboles que es recurrente en el espacio urbano de la zona de estudio. Esta reducción podría también explicarse por el trazado urbano, en diagonal del damero, de tal forma que no está alineado en sentido norte - sur, lo que genera una incidencia solar indirecta sobre las fachadas, e incluso, ocasiona que en algunas épocas del año los rayos solares no lleguen a ellas.

Radiación sobre patios

La radiación incidente sobre los patios aparentemente no tuvo un comportamiento asociado a la zona geográfica donde se ubican las edificaciones, y mucho menos por la tipología urbana donde se emplazan. En tal sentido, se identificaron mediciones similares en patios de áreas parecidas, e igualmente un comportamiento influenciado por el arbolado ubicado en estos espacios, que posiblemente redujo de forma significativa los rayos solares (Figura 4).

Diferencias de radiación según orientación de las calles

Las calles, de forma recurrente, resultaron ser más calientes que las carreras, con diferencias de entre 200 y 300 Kw/m², debido a que están ubicadas de tal forma que el sol incide sobre ellas casi todo el día, la mayor parte del año. Las calles y carreras con trazados más orgánicos presentaron variaciones muy leves de radiación recibida. Incluso se puede dar que las carreras reciban más radiación que las calles: este es el caso de la F1_MO, y la F1_ME, y este comportamiento se atribuye al trazado irregular de las vías, y a la sección vial que es más amplia en las carreras (Figura 5).

Por último, se continuó identificando una tendencia en la que las manzanas de la franja 3 presentaban una importante reducción en la incidencia solar, tanto en las calles como en las carreras.



Figura 2. Resultados de incidencia del arbolado urbano en la reducción de la radiación. Fuente: Autores, 2022.



Figura 3. Incidencia de radiación solar en las fachadas localizadas al poniente. Fuente: Autores, 2022.



Figura 4. Incidencia de radiación solar en patios. Fuente: Autores, 2022.



Figura 5. Incidencia de radiación solar sobre andenes de calles trazadas en sentido norte - sur, y oriente - occidente. Fuente: Autores, 2022.

Radiación incidente en las cubiertas

Las cubiertas tuvieron comportamientos muy homogéneos a lo largo de todo el valle, e inclusive entre franjas de estudio, los datos simulados se asemejaron de una manera mucho más clara, a excepción de la franja 2. La diferencia entre los mayores y menores registros promedio fue de 372 Kw/m² (Figura 6)

Este fenómeno se pudo haber dado por la diferencia en las alturas de las edificaciones, que generan más sombras que las vistas en el resto de las manzanas de estudio.

Por otro lado, se evidenció una disminución paulatina de la incidencia solar a medida que se avanza hacia el sur del Valle, lo que podría ser una pista de cierta regularidad en las condiciones de asoleamiento, discriminando zonas de estudio por su ubicación en sentido norte - sur, al menos en zonas relativamente homogéneas y sin intervención de muchos factores que generen sombra, como lo son las cubiertas o campos abiertos.

Las calzadas vehiculares tuvieron comportamientos similares dependiendo de la franja, presentando así variaciones breves entre ellas, pero mucho más marcadas comparadas con manzanas de otras zonas del valle (Figura 7).

Los valores máximos se mantuvieron en la ladera este y sobre el centro del valle, posiblemente por una mayor incidencia solar del poniente sobre estas zonas. La franja 3 siguió presentando los menores registros de radiación del valle, lo cual devela a una clara tendencia de que la radiación incidente en esta zona sea inferior, en todos los planos de análisis.

Cabe resaltar que el comportamiento en este plano de análisis es bastante similar al visto en las cubiertas, y, por lo tanto, hay más evidencias de que se pueden clasificar microclimas en el valle de Aburrá, discriminando zonas geográficas divididas transversalmente al río, generando franjas similares a las estudiadas.

Conclusiones

Los árboles reducen la radiación en las vías y andenes entre un 23% y un 55%, e igualmente son altamente efectivos en las fachadas localizadas al poniente, siendo más efectivos sobre los municipios del sur del Valle, en donde los conjuntos de arbolado urbano son mucho más densos, y por lo tanto, tienen un mejor comportamiento. Es por ello por lo que se debe impulsar en los diseños urbanos la proyección de verdaderos sistemas verdes, con variedad de especies repartidas en corredores y espacios de estancia, para que garanticen la mejora en sus condiciones higrotérmicas, y de esta manera se constituyan ciudades más agradables en el Valle de Aburrá.

Para el cumplimiento de este propósito, se requiere de secciones viales amplias, con franjas de amoblamiento adecuadas y acopladas a las especies que en ellas se pretendan sembrar. Igualmente, en los trazados en damero, la siembra de especies debe seguir un patrón lineal, para mayor efectividad de la sombra arrojada. En los trazados orgánicos, es necesaria una evaluación individual de las condiciones de cada lugar, de tal forma que el diseño de paisaje se acople a las condiciones de sombra necesarias para cada caso.

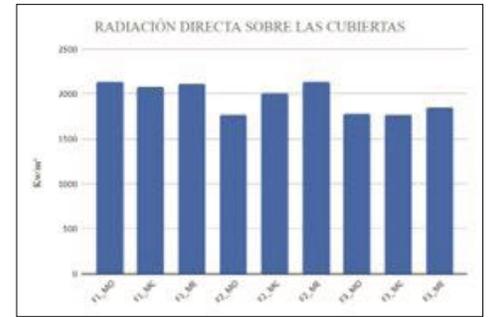


Figura 6. Incidencia de radiación solar directa sobre las cubiertas. Fuente: Autores, 2022.



Figura 7. Incidencia de radiación solar directa sobre las calzadas vehiculares. Fuente: Autores, 2022.

El trazado de vías en diagonal mostró una alta eficiencia en la reducción de la radiación incidente, tanto en las calzadas vehiculares, como en los andenes, debido a que los rayos solares inciden de una manera indirecta sobre ellas, y, por lo tanto, con menor fuerza. Es por esto, y por las razones expuestas anteriormente, que los municipios del sur del Valle de Aburrá presentan un mejor desempeño en la mitigación de la radiación solar.

Las calles tienen de 30 a 32 minutos más de sol por día en promedio. Las calles con trazado en damero presentan una radiación superior a las carreras bajo esta misma condición, y como se vio anteriormente, hay una alta reducción en las mediciones en tanto el damero se oriente en diagonal.

La radiación incidente sobre los patios no tiene ninguna relación directa con su ubicación geográfica en el Valle, sino que tiene más que ver con el área de cielo completamente abierta a la vista que se tenga disponible en cada uno de ellos.

Recomendaciones

La geografía del valle puede propiciar nuevos análisis con base en los hallazgos presentados, es decir, que el valle puede cambiar los factores climáticos en diversas zonas geográficas, dependiendo de su ubicación, elevación, inclinación y presencia de fuentes hídricas. Entonces, un complemento adicional a esta investigación es el enfoque climatológico con el cual es posible converger información entre clima y geografía.

De igual forma, se puede analizar el tema de los factores humanos y su relación con la elección de materiales en vivienda para así comprender las necesidades micro climáticas de cada una de ellas. Por lo tanto, la adaptabilidad climática que cada vivienda pueda tener es un factor que parte de una necesidad producida por las condiciones del valle, diferenciadas en diversas zonas geográficas.

Con relación a los temas desarrollados, se considera pertinente indagar acerca de temas y disciplinas que complementen la información presentada, como el área de la salud, la geografía, la climatología y estudios macroscópicos de los materiales.

En cuanto al área de la salud, se hace necesario indagar más en el tema de radiación solar, de tal manera que las cifras y recomendaciones que se dan den pie a en la estructuración de políticas que lleven a espacios públicos más saludables. Posiblemente para ello, también es necesaria la definición de rangos de radiación solar ideales para unas u otras actividades a desarrollar en el espacio público, de tal manera que las condiciones de tamizaje de radiación se adapten a diferentes situaciones, personas, labores, épocas del año, etcétera.

Por último, sería muy enriquecedor hacer mediciones en sitio para confirmar las hipótesis que se generan en este estudio, con metodologías estandarizadas que puedan ser replicables en otras ciudades.

Reconocimientos

Los autores desean agradecer a los integrantes de los grupos de investigación Energía Medio ambiente Arquitectura y Tecnología (EMAT) de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, y Hombre, Proyecto y Ciudad de la Universidad de San Buenaventura Medellín.



Leidy Milena Marín Bedoya

Arquitecta. Egresada Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Medellín-Colombia.

E-mail: lmmarinb@unal.edu.co

<https://orcid.org/0009-0006-3482-6769>



David Alejandro Orozco Gallo

Arquitecto. Egresado Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Medellín-Colombia.

E-mail: daaorozcoga@unal.edu.co

<https://orcid.org/0000-0001-6867-2282>



Juan Camilo Villegas-Echavarría

Estudiante de arquitectura. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Medellín-Colombia.

E-mail: jvillegase@unal.edu.co

<https://orcid.org/0009-0006-3599-1352>



John Arango-Flórez

MSc. Arquitecto. Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Medellín-Colombia.

E-mail: jfarang3@unal.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-9975-3234>



Yury Andrea Hernández-Duque

MSc. Arquitecta. Docente Asistente, Universidad de San Buenaventura, Medellín-Colombia.

E-mail: yuri.hernandez@tau.usbmed.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-2172-568X>



Daniel López-Álvarez

Estudiante de arquitectura. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Medellín-Colombia.

E-mail: dlopezal@unal.edu.co

<https://orcid.org/0009-0005-4379-751X>

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses que representen riesgos para la publicación del artículo.

DECLARACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Leidy Milena Marín Bedoya: conceptualización, investigación y metodología.

David Alejandro Orozco Gallo: conceptualización, investigación, metodología.

Juan Camilo Villegas Echavarría: conceptualización, investigación, metodología, redacción, revisión y edición del manuscrito.

John Ferney Arango Flórez: conceptualización, adquisición de fondos, administración del proyecto, supervisión, validación, revisión y edición de la versión final del manuscrito.

Yury Andrea Hernández Duque: conceptualización, supervisión, validación, revisión y edición de la versión final del manuscrito.

Daniel López Álvarez: conceptualización, investigación, metodología.



Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)



Interior Universidad Adolfo Ibáñez. Campo Peñalolén. Santiago de Chile. Fuente: Autora, 2019.

Nueva abstracción. Conceptualización y empatía en obras de José Cruz Ovalle

New Abstraction. Conceptualization and Empathy in the Works of José Cruz Ovalle

Silvia Andorni

RESUMEN: El concepto de nueva abstracción que propone el arquitecto chileno José Cruz Ovalle vincula lo esencial a lo proyectado. Un proceso fenomenológico que se inicia en la observación, a partir de un primer acto de desasimio en busca de una reinterpretación de las circunstancias que le otorguen singularidad y origen al proyecto. Se indaga en esta propuesta, teniendo como objetivo denotar la integración de lo empático desde la construcción conceptual del proyecto. Se establece la relación con otras definiciones de lo abstracto en arquitectura, con la finalidad de explicitar el aporte de Cruz Ovalle. Se consideran para el desarrollo del trabajo, fragmentos de sus relatos, gráficos y otras fuentes que relacionan su hacer arquitectónico. Como estrategia se hace referencia a dos obras donde se establece un contrapunto conceptual considerando la presencia del sujeto habitando y percibiendo lo proyectado.

PALABRAS CLAVE: Arquitectura contemporánea chilena, José Cruz Ovalle, fenomenología, abstracto, empático

ABSTRACT: The concept of new abstraction proposed by the Chilean architect José Cruz Ovalle links the essential to the projected. A phenomenological process that begins with observation, from a first act of detachment in search of a reinterpretation of the circumstances that give uniqueness and origin to the project. He inquires into this proposal, with the objective of denoting the integration of the empathic from the conceptual construction of the project. The relationship with other definitions of the abstract in architecture is established, in order to make Cruz Ovalle's contribution explicit. For the development of the work, fragments of the stories, graphs and other sources that relate to the architectural making of it are considered. As a strategy, reference is made to two works where a conceptual counterpoint is established considering the presence of the subject inhabiting and perceiving what is projected.

KEYWORDS: Chilean contemporary architecture, José Cruz Ovalle, phenomenology, abstract, empathy

RECIBIDO: 23 enero 2023 ACEPTADO: 4 junio 2023

Introducción

José Cruz Ovalle inicia su formación académica como arquitecto en la Universidad Católica de Chile (1968-70). Posteriormente emigra a Barcelona, dónde comienza su cursada de arquitectura en la Escola Tècnica Superior d'Arquitectura (ETSAB). Aunque sigue manteniendo un fuerte vínculo con Chile a través de Alberto Cruz Covarrubias, su tío y uno de los fundadores de la Escuela de Arquitectura de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Paralelamente a sus estudios, colabora con el filósofo Eugenio Trías, en la Cátedra de estética de ETSAB y establece un vínculo intelectual con la obra del escultor Jorge Oteiza. En 1987 regresa a Chile, abriendo su estudio en Santiago. La obra que lo trasciende y le permite denotar arquitectónicamente su pensamiento es, en primer término, el proyecto del Pabellón de Chile de la Expo Sevilla de 1992 y posteriormente la Universidad Adolfo Ibáñez.

En el 2008 le otorgan el premio Spirit of Nature Wood Architecture Award 2008, una distinción que reconoce la contribución a la arquitectura por una trayectoria de obras que hayan demostrado la innovación creativa en el uso de la madera. En el 2012 recibe el Premio Nacional de Arquitectura de Chile. En el libro monográfico "Hacia una nueva abstracción", dedicado a su obra, plantea la dificultad que tenía en sus inicios para consumir el espacio debido a la distancia entre el proyectar y el construir en arquitectura. "La abstracción de Cruz, se nutre con el desarrollo de su escultura, pudiéndose plantear esta, como la base para una plástica que se instrumentaliza para modelar lo singular del acontecer, desentrañado y estructurado desde la observación". [1, p.5].

El inicio de la obra de Cruz Ovalle se sitúa cronológicamente en el contexto de un movimiento ya establecido en América a partir de las distintas vertientes artísticas de la refundación latinoamericana, que rechaza el carácter universal del moderno explicitando una elección por los procesos de abstracción basados en casos únicos, a lo que denomina invención.

Sobre la construcción del concepto de abstracción

Al hablar de abstracción en arquitectura, el moderno la define, en gran medida, más allá de los conceptos globalizadores de Le Corbusier, a través del parti. Una aproximación fundamentalmente desde lo objetual que vincula lo organizacional, lo geométrico, lo compositivo, predominando la idea proyectual en planta. El parti se manifiesta y desarrolla como un conjunto de ideas síntesis. Se dice objetual, dado que no está presente el sujeto sino a través de conceptos como, mayor o menor escala, clasificación funcional, definición de espacios como principales, secundarios y singulares. Cruz Ovalle establece específicamente un contrapunto entre su pensamiento sobre la abstracción y la del movimiento moderno acusándolo de universal y generalista, dado que se constituye respondiendo a un conjunto de principios generados previos a las obras y de esto también depende su valoración. A diferencia, para Cruz Ovalle cada proyecto es un nuevo inicio. En este marco, se profundiza la distancia entre una arquitectura que potencializa la singularidad conceptual y perceptiva de cada circunstancia proyectual y otra que busca establecer similitudes, continuidades, que sistematiza.

Otra definición que responde a la idea de abstracción es el diagrama. Un instrumento que actúa como síntesis conceptual, gráfica, procedimental, hasta matemática. Parafraseando a Soriano [2], actúa como un procedimiento abstracto que opera detrás de la imagen y lleva implícita una acumulación

[1] Oyarzun FP. José Cruz Ovalle arquitecto: Aproximación a una situación. En: Bennett E, Crispiani A, editores. José Cruz Ovalle: hacia una nueva abstracción. Santiago de Chile: ARQ; 2004. p. 6-7.

[2] Soriano F. Algunas definiciones de la palabra diagrama [Internet]. KUPDF; 2017 [consultado: 18 de enero 2022]. 3 p. Disponible en: https://kupdf.net/download/el-diagrama-federico-soriano_596e8f93dc0d60187ea88e81_pdf.

de información cumpliendo un rol instrumental de representación de una conceptualización. Como casos, los diagramas de Ben Van Berkel de la casa Moebius producen síntesis espaciales, formales, de flujos, organizacionales; el diagrama en corte de Koolhaas para la biblioteca de Seattle actúa como diagrama organizacional; y el diagrama de panóptico planteado por Jeremy Bentham que relaciona lo espacial y lo funcional. Tanto el panóptico, como la cinta de Moebius de Ben Van Berkel reconocen de algún modo un proceso de abstracción en el que el sujeto está presente, en Jeremy Bentham aparece en el esquema espacial de vigilancia, y en Van Berkel en la percepción del espacio infinito y continuo.

Cruz Ovalle plantea la abstracción a partir del discurso de la búsqueda de la verdad sostenida por Heidegger [3]. Un proceso que parte de una observación/reflexión y se inicia en la interpretación de lo que denomina circunstancias, como variables que surgen de la observación, experimentación y conceptualización de la temática abordada. Y que, como se analizará, no son constantes, excepto la variable del sujeto, que permanece y es la que está presente como protagonista intangible de las decisiones proyectuales, tanto del sujeto habitando como del sujeto percibiendo; que se explicita para denotar la diferencia. La propuesta de Cruz Ovalle está ligada conceptualmente a Jeremy Bentham con respecto al concepto que integra lo funcional y la perspectiva dando presencia al sujeto habitando, aunque no percibiendo. A Van Berkel, dado que si bien no expresa perceptivamente la idea proyectual, (por representar en diagramas) sí la construye.

La observación/reflexión

La observación que propone y da origen a lo proyectado no es una observación visual que parte de lo figurativo para, a través de una síntesis, geometrizarla. La observación, como primer paso de esta propuesta, busca establecer lo esencial y a partir de ello generar conciencia y hacer de guía en la generación conceptual de la obra a proyectar.

Esta idea de lo esencial que propone Cruz Ovalle es análoga a la planteada por Miralles y Pinós en la memoria del Cementerio de Igualada, donde iniciar un recorrido introspectivo descendiendo, vinculando el ritual funerario a la topografía, manifiesta la idea esencial del proyecto. En la memoria, Enric Miralles habla de otros planos que tienen que ver con lo tectónico y del cual se traen ideas y hasta matrices de otros proyectos. La idea esencial del cementerio, y la que fundamentalmente le da singularidad, es el recorrido introspectivo dado por el ritual al descender, un proyecto topográfico de planta abierta que vincula perceptiva y hápticamente al sujeto que recorre. "Usar este lugar es hacerlo desaparecer: como las hojas sobre el pavimento de madera, o la lluvia, arrastrando las tierras, hacia el fondo del corte... Sin embargo, al final de la construcción, vuelven los datos: marchar del lugar ascendiendo. La progresiva ocupación del corte por la tierra y la vegetación. Y el silencio al descender" [4, p.70].

Otro dato sobre la presencia del sujeto perceptivo en el Cementerio de Igualada es el comentario crítico de William Curtis, que clarifica aún más sobre la idea del origen planteada por Enric Miralles, ya que no solo hace presente la obra arquitectónica en sí misma, sino la percepción del hombre que la habita. "La concepción del edificio como calle se funde con varias ideas análogas: Un recorrido procesional que desciende hacia las sepulturas en una dirección, y que se eleva hacia el cielo y la resurrección en la otra" [5, p.6].

[3] Heidegger M. De la esencia de la verdad: sobre la parábola de la caverna y el Teeteto de Platón. España: Herder; 2007.

[4] Miralles E. Cementerio la Igualada. El Croquis. 1995;2(72):69-108.

[5] Curtis WJR. Mapas mentales y paisajes sociales. La arquitectura de Miralles y Pinós. El Croquis. 1991;(49-50):6-21.

Una analogía con este planteamiento abstracto y perceptivo se encuentra en obras de Steven Holl. En la Capilla de Seattle [6], se manifiesta mediante el esquema conceptual de las botellas, la determinación espacial generada por la variación de la luz. En este caso, el valor simbólico y fenomenológico está comunicando la singularidad de la propuesta y vincula las distintas instancias del ritual con la cualificación de la luz.

Otra mirada a la acepción de la abstracción empática y su relación con la idea origen, la da Peter Zumthor, dónde la mayoría de las veces el elemento detonador es una asociación que evoca la percepción de lo real a la experiencia directa del mundo ya experimentado. Desde ese lugar expone la abstracción a partir del concepto de atmósferas como una analogía perceptiva. Su acto fundacional parte de una vivencia, en búsqueda de una percepción análoga, de una reinterpretación para generar una nueva experimentación. [7]

Es en esa relación del valor de la experiencia, desde dónde existe la asociación y diferencia con Cruz Ovalle. Para Zumthor, lo proyectado obedece al registro de la memoria y busca lograr la repetición de esta atmósfera ya vivenciada. Para Ovalle, la mayoría de las veces, la experiencia lleva a generar y no a reproducir.

Del desasimilamiento y la singularidad

El desaprender para poder develar lo que no está a simple vista, es donde comienza el proceso de la idea origen en Cruz Ovalle. Parafraseando a Guillen [8], es como observar la consciencia que está detrás de los objetos comprendidos como cosas dadas. La observación requiere del desasimilamiento. Y este sería el primer paso proyecto para el proyecto. La primera pregunta que se formula es ¿qué circunstancias dan lugar a las observaciones y permiten enunciar-anticipar las singularidades que dan origen a lo proyectado? “Planteamos la abstracción a partir de la construcción de un distanciamiento que procede de este desprendimiento inicial, el cual, en su propio desprenderse abre distancia” [9, p.17]. El distanciamiento de Cruz Ovalle tiene que ver con el liberarse de respuestas inmediatas, espontáneas, en el planteo del proyecto, de volver a preguntarse por la respuesta apropiada con la menor cantidad de carga posible. Por esa razón, cualquier proyecto suyo comienza con la pregunta: ¿qué debería ser el proyecto? Este acto de nueva búsqueda en cada caso, puede estar vinculado a la interpretación del sitio o a la creación del mismo. A la observación interpretativa de los actos del sujeto que la habita y/o su relación con el espacio. “El origen, como la idea de lo esencial, requiere de un acto, de una circunstancia, que de trascendencia a la obra, lo que supone un nuevo comienzo” [10, p.14]. Cada obra se plantea como un nuevo inicio a partir de esta primera observación.

Diferencia entre generación y origen

Alberto Cruz Covarrubias, uno de los fundadores la Escuela de Arquitectura de la Universidad Católica de Valparaíso y allegado intelectualmente a Cruz Ovalle, hace un manifiesto de Notre Dame que se considera pertinente citar en la búsqueda de lo esencial del proyecto de la Capilla los Pajaritos:

“Me parecía estar dentro de un espacio cuyas limitaciones, muros pilares, ventanas, bóveda, piso, no eran un obstáculo para el orar, para el estar hincado orando. Al contrario, toda esa espacialidad, todos esos vidrios y piedras se venían al ojo para colocarnos en una posición corporal diría yo de oración. Tal como la arena de la playa nos deja en posición para estar junto al mar. ... Hablo de esa zona que viene a ser circunstancia exterior de la posibilidad del acto interior”. [11, p.219]..

[6] Polo AZ. Una Conversación con Steven Holl 1986_2003. El Croquis 2003; Volumen íntegral. p. 10-35.

[7] Zumthor P. Pensar la arquitectura. 2ª ed.. Barcelona: G.Gili; 2009.

[8] Fuster Guillen DE. Investigación cualitativa: Método fenomenológico hermenéutico. Propósitos y representaciones [Internet]; 2019 [consultado: 10 de octubre de 2022]; 7(1):[201-229 pp.]. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n1.267>.

[9] Cruz Ovalle J. Alcances del campo de trabajo en torno a una nueva abstracción. En: Bennett E, Crispiani A, editores. José Cruz Ovalle: hacia una nueva abstracción. Santiago de Chile: Ediciones ARQ; 2004. p. 15-19.

[10] Cruz Ovalle J. Para una nueva abstracción. Introducción a un punto de vista. En: Bennett E, Crispiani A, editores. José Cruz Ovalle: hacia una nueva abstracción. Santiago de Chile: Ediciones ARQ; 2004. p. 13-14.

[11] Cruz A. Proyecto para una capilla en el fundo Los Pajaritos. Anales UCV. 1954;1(1): 219-242.

La interpretación perceptiva vinculada a la potencial circunstancia para la cual la obra de arquitectura es convocada, el orar como acto de introspección, daría singularidad y origen a la Capilla. Es de interés denotar que la observación de Covarrubias tiene una clara afirmación empática. No la cita desde lo tipológico, desde el lenguaje, ni por su nivel simbólico, ni por la monumentalidad de sus naves, cita a Notre Dame empáticamente, como el sitio introspectivo para orar. Esta observación de Covarrubias se asocia a la idea de lo esencial que expone Cruz Ovalle, donde el origen se interpreta desde una simultaneidad de percepciones y miradas como acciones previas, que lo llevarían al acto creativo.

Cruz Ovalle manifiesta la diferencia entre generación y origen en el acto creativo. Generación es todo el proceso de desarrollo, por así decirlo, de un proyecto. El origen es el embrión fundacional que surge de la observación de las singularidades. Siendo ellas aquellas razones que hacen ser al proyecto, como la atmósfera para el orar en la Capilla, como el descender como introspección ante el ritual funerario en el Cementerio de Igualada.

Cruz Ovalle manifiesta que el origen anticipa totalidades y determina la elección de las singularidades.

“El origen otorga orientación y sentido a la generación, para concederle tamaño y figura al espacio, pues esta última apunta en la dirección de la forma, hacia lo que habitualmente se llama proyecto. Más que dirigir, el origen indica, pues no mira hacia lo que pueda ser favorable o desfavorable, en orden a la resolución de la generación. La ausencia de origen tiende a desplazar el centro de gravedad hacia lo resolutivo de la arquitectura” [12, p.6].

En contraposición con este pensamiento, Ben Altabef expone que el desarrollo del proyecto es recursivo, no lineal, donde uno y otro pueden ser causa y efecto. Para Altabef el pasaje de la idea a la forma se retroalimenta en la misma generación de la idea, es decir el proceso de generación, se convierte en fuente de producción de concepto [13]. Los conceptos se construyen en el camino del proyecto. Es un desarrollo que implica modificaciones, adaptaciones, fluctuaciones entre lo abstracto y lo concreto, entre lo ideal y lo material, no como pares dicotómicos, sino complementarios.

Aunque Altabef habla de una idea que es guía en el desarrollo proyectual, considera que el proyecto va surgiendo en esta suerte de proceso recursivo. Mientras que para Cruz Ovalle las ideas están presentes desde el inicio, y son guías de lo proyectado. Planteando también la diferencia entre lo que tiene un único origen y la ocurrencia, ya que esta última es espontánea y el origen tiene reflexión, Cruz Ovalle hipotetiza desde la analítica existencial de Heidegger la intención de develar la verdad, de develar lo oculto. La idea o ideas origen en Cruz Ovalle definen el proyecto y contribuyen a lograr la singularidad. “Una singularidad que anticipa una nueva dimensión que va más allá de lo visual para hacer anticipar los aspectos invisibles de la arquitectura, su esencia” [14, p.20].

Los casos. Origen y singularidades

A modo de poder clarificar el traspaso de la propuesta teórica, se revisan relatos teóricos y gráficos del Colegio Maitenes y la Universidad Adolfo Ibáñez. Se seleccionan estos dos proyectos en los que Cruz Ovalle manifiesta un contrapunto con las ideas que le dan origen y que en principio tienen una proximidad funcional: la enseñanza-aprendizaje:

[12] Cruz Ovalle J. La arquitectura ante la constitución matemática de la abstracción. El influjo de Descartes. TRACE 11. 2016; (11):168 -175.

[13] Ben Altabef C. Intenciones para una didáctica proyectual. Caso: Asignatura Proyecto y Forma en la FAU-UNT. Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos [Internet]. 2018 [Consultado: 21 de junio de 2021];(67):[101-133 pp.]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7326951>.

[14] Cruz Ovalle J. El lugar de la escultura dentro de un campo de trabajo como espacio de abstracción. En: Bennett E, Crispiani A, editores. José Cruz Ovalle: hacia una nueva abstracción. Santiago de Chile: Ediciones ARQ; 2004. p. 20-36.

“El sentido de la Universidad es el deambular, la libertad de movimiento. La diferencia con un colegio, es que este tiene una estructura acotada, como su saber. Los recorridos de los alumnos en esta última son determinados, al igual que sus momentos de expansión. En la Universidad la diversidad de caminos, espacios y moradas son importantes. Esta espacialidad que introduce en la obra la extensión, plantea que en el acto real de habitar la universidad, es el circular. El circular se construye mediante la continuidad del espacio conformado por anillos que entrelazando las horizontales y las verticales mediante rampas, permiten múltiples recorridos, es posible para alumnos y profesores moverse de un lugar a otro inventado su propio camino” [15, p.177]. (Figura 1)

En el Colegio Maitenes, el desasimiento se plantea con la ruptura de la propuesta tipológica del claustro. Generando la repetición secuencial de patios originados entre los volúmenes de las aulas que, agrupadas en una simetría espejada, en forma aserrada y en diagonal, organizan el recorrido lineal a través del cual los grupos de aulas van apareciendo. La estrategia propuesta es la dualidad perceptiva proyectando la singularidad a partir de espacios tensionados mediante percepciones simultáneas y contrapuestas a partir pares antagónicos: dinámico-estático, aserrado-lineal, concéntrico-excéntrico, propios de la tensión entre situaciones de percepción de estabilidad y movimiento, integrando lo físico y lo perceptivo.

“Es habitual que los colegios se piensen a partir de una estructura espacial que proviene de los monasterios, desde sus patios concéntricos, al modo de claustros, con los cuales construir su separación con el mundo. Pero aquí se afirma que la enseñanza no se constituye a partir de tal separación, por lo cual requiere a un tiempo, de un orden concéntrico y otro excéntrico” [16, p.83]. (Figura 2)

En las galerías también se produce esta dualidad generando dos tipos de límites, uno con múltiples frentes en el borde interno, posibilitando una secuencia de espacios escalados para el encuentro. Y otro lineal estable, menos personalizado en el borde del patio. Se incluye así la presencia del sujeto en el la percepción del límite, en el proyectar un equilibrio entre lo estable y dinámico a la vez (Figuras 3 y 4).

En las aulas también se genera la tensión entre el orden concéntrico y el excéntrico: uno como espacio retenido, manifestado en el rectángulo estable de la planta, y otro tensionado hacia el patio, con la distorsión de las esquinas en diagonal (Figura 5).



Figura 3. La galería. Secuencia de espacios de encuentro. Fuente: Bennett E, Crispiani A, editores. José Cruz Ovalle: hacia una nueva abstracción, 2004.

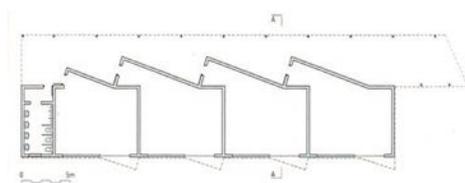


Figura 4. Agrupamiento aserrado. Espacios propios de cada aula. Fuente: Bennett E, Crispiani A, editores. José Cruz Ovalle: hacia una nueva abstracción, 2004.

[15] Cruz Ovalle J. Universidad Adolfo Ibañez Campo Peñalolén. En: Bennett E, Crispiani A, editores. José Cruz Ovalle: hacia una nueva abstracción. Santiago de Chile: Ediciones ARQ; 2004. p. 177-178.

[16] Cruz Ovalle J. Colegio Maitenes. En: Bennett E, Crispiani A, editores. José Cruz Ovalle: hacia una nueva abstracción. Santiago de Chile: Ediciones ARQ; 2004. p. 83-88.

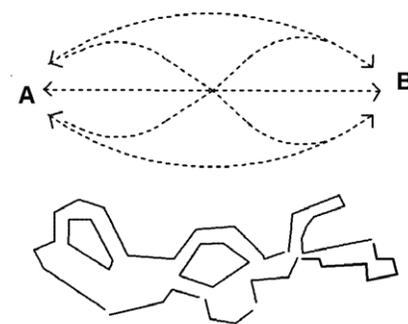


Figura 1. Diagramas. El circular en la Universidad Adolfo Ibañez. Santiago de Chile. Ir de A a B, puede realizarse por múltiples caminos. Fuente: Bennett E, Crispiani A, editores. José Cruz Ovalle: hacia una nueva abstracción, 2004.

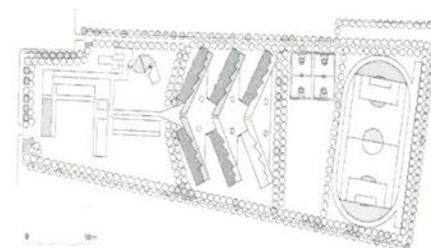


Figura 2. Planta. Organización secuencial aserrada. Colegio Maitenes. Fuente: Bennett E, Crispiani A, editores. José Cruz Ovalle: hacia una nueva abstracción, 2004.

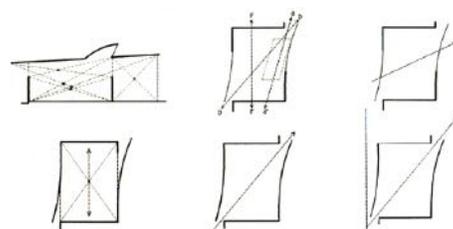


Figura 5. El aula entre lo concéntrico y lo excéntrico. Fuente: Bennett E, Crispiani A, editores. José Cruz Ovalle: hacia una nueva abstracción, 2004.

En la Universidad el desasimio se plantea desde el circular, desde el deambular sin límites buscando una espacialidad que nunca se agote. El edificio como parte de la topografía extendida es la estrategia que conduce a la percepción de lo infinito.

El interior se construye acusando el borde topográfico con variaciones de altura por las curvas de nivel y con los giros y quiebres de dirección que aparecen en el recorrer, generando múltiples perspectivas a partir de planos escénicos superpuestos (Figura 6). En el exterior, con la variedad de situaciones vivenciales: balcones como prolongación de la masa territorial; patios contenidos entre el borde y la topografía; espacios debajo de los puentes, de circulación, de transición y de recorrido que posibilitan el encuentro y la permanencia, sin dar tregua a la percepción de lo infinito. Siendo esta la estrategia para lograr la experiencia del sujeto vivencial y perceptivo que deambula, y descubre en el recorrer el espacio sin límites (Figura 7).



Figura 6. Recorrido interior Universidad Adolfo Ibáñez. Fuente: Autora, 2019.



Figura 7. Recorrido exterior Universidad Adolfo Ibáñez: Fuente: Autora. 2019.

En gráficos y en notaciones espaciales se expone verbal y gráficamente la dirección de las miradas del sujeto recorriendo, deambulando en la multiplicidad de posibles direcciones. Con variedad de puntos de fuga, que enfatizan en la superposición de planos lo próximo y lo lejano. Se busca una continuidad capaz de enlazar el espacio, articulando el arriba y el abajo, el suelo con el cielo, propios de un lugar en pendiente (Figura 8).

El límite, tanto en el Colegio como en la Universidad, es una variable potencial. Pensado desde el sujeto que lo percibe y lo vive, determina la espacialidad buscada. Ya sea para generar contención, como en Maitenes, o para producir una percepción de múltiples e infinitos caminos, como en la Universidad Adolfo Ibáñez.

Las observaciones asocian lo empático y lo conceptual buscando proyectar la cuarta dimensión de la arquitectura en la integración de la experiencia carnal de la obra arquitectónica y el espacio. Parafraseando a Juhani Pallasmaa la relación de lo sensorial y lo cognitivo, la búsqueda de la experiencia existencial integrando el cuerpo, en la imagen inconsciente del yo perceptivo en el espacio. [17]

Conclusiones

Del análisis de estos dos casos surgen verbos que implican acciones concretas desde el sujeto habitando, como: circular, permanecer, reunirse, dispersarse. Y otros como desplegar la potencia de la continuidad, extender la espacialidad, construir la profundidad, graduar la lejanía, visualizar el límite acotado, visualizar la espacialidad infinita, como acciones que se hacen presente desde el sujeto percibiendo, desde el sujeto empático.

En la propuesta de Cruz Ovalle, lo perceptivo tiene una finalidad que se plantea desde el primer momento de desasimilación, y debe dar respuesta al sujeto habitando el lugar. Esto es lo que rige la construcción perceptiva de lo proyectado y se constituye en su esencia.

La abstracción planteada por Cruz Ovalle se interpreta como un proceso que implica, desaprender, observar, interpretar, conceptualizar y proyectar las vivencias del espacio habitado y percibido, incorporando al sujeto en relación con las circunstancias. La abstracción como proceso que se inicia en la observación que antecede al proyecto es guía conceptual de las decisiones proyectuales.

[17] Pallasmaa J. Los ojos de la piel. El cuerpo en el centro. 3ª ed. Barcelona: G.Gili; 2022.

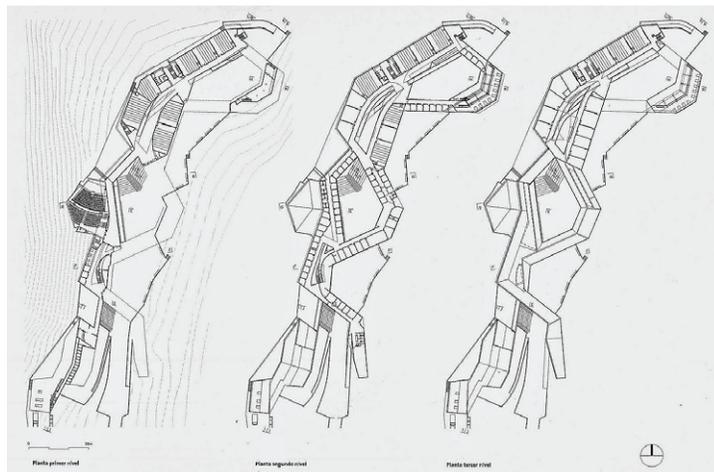


Figura 8. Planta primer, segundo y tercer nivel. Universidad Adolfo Ibáñez: Fuente: Bennett E, Crispiani A, editores. José Cruz Ovalle: hacia una nueva abstracción, 2004.



Silvia Andorni

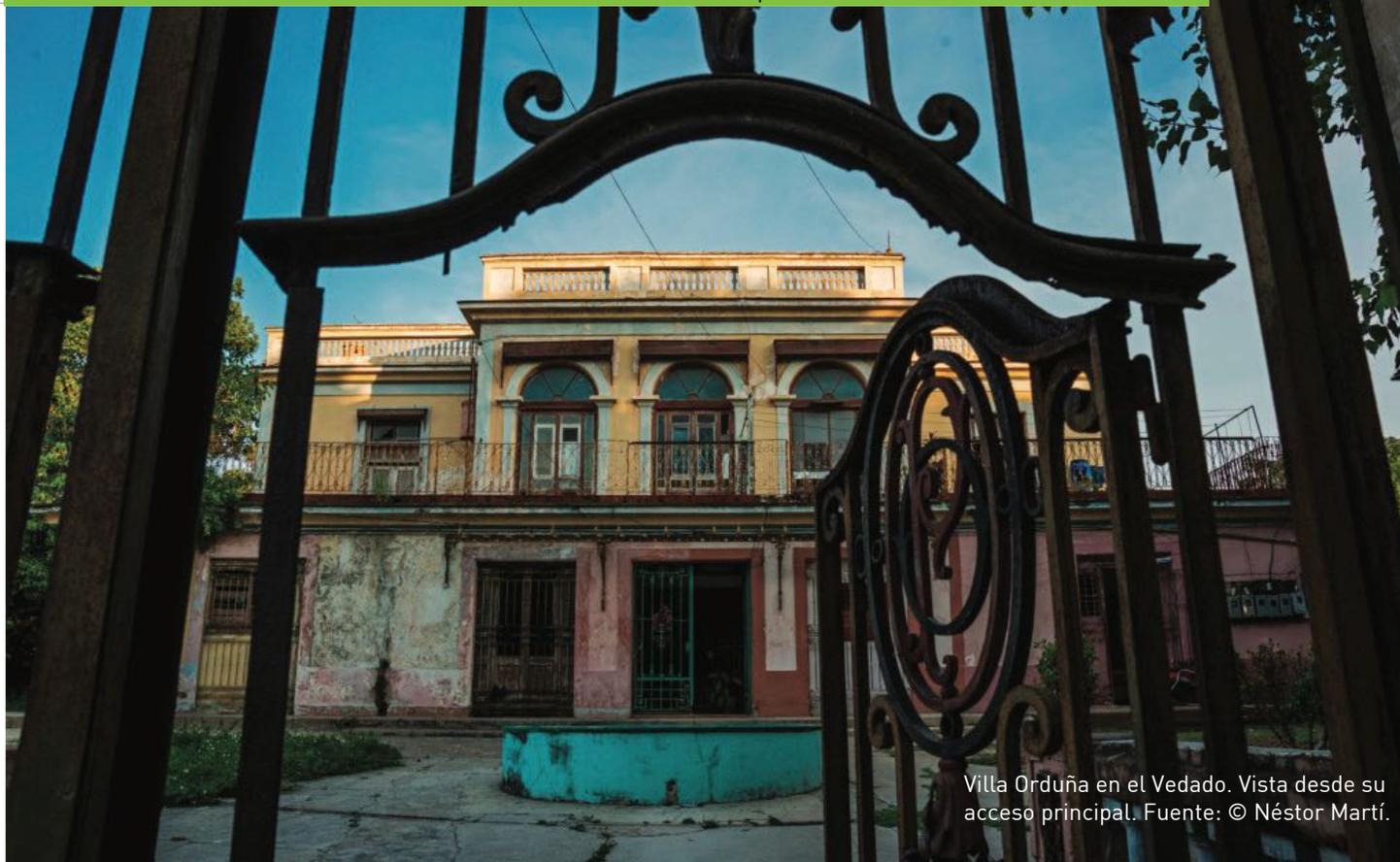
Arquitecta. Profesora e investigadora.
Universidad Abierta Interamericana, Rosario,
Argentina.

E-mail: silviandorni@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5458-1758>

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERESES

La autora declara que no existen conflictos de intereses que representen riesgos para la publicación del artículo.



Villa Orduña en el Vedado. Vista desde su acceso principal. Fuente: © Néstor Martí.

Villa Orduña en El Vedado habanero. Historia oculta tras los muros de una hermosa residencia

Villa Orduña in El Vedado, Havana. History Hidden Behind the Walls of a Beautiful Residence

Madeline Menéndez García

RESUMEN: Villa Orduña, una de las más antiguas casas quintas de El Vedado, encierra una historia vinculada a la ciudad y a personalidades que desempeñaron roles importantes en su desarrollo. A pesar de su excepcionalidad, sus valores están en riesgo, como consecuencia de la falta de mantenimiento o de las modificaciones constructivas que puedan o no hacer sus residentes. La investigación pretende reforzar la categoría patrimonial de esta edificación, derivada de su antigüedad y su relevante arquitectura, con vistas a su protección, al dar a conocer aspectos históricos que aportan al inmueble valores intangibles que no han sido considerados, quizás por su desconocimiento. En este artículo se refieren las circunstancias asociadas al origen del inmueble, y se presentan las cualidades espaciales y detalles arquitectónicos de un exponente relevante de las villas de El Vedado habanero, como elementos a considerar en el manejo del bien desde el punto de vista patrimonial.

PALABRAS CLAVE: valores intangibles, casas quintas, historia familiar, restauración

ABSTRACT: Villa Orduña, one of the oldest country houses in El Vedado, has a history linked to the city and personalities who played important roles in its development. Despite its exceptionality, its values are at risk, as a consequence of the lack of maintenance or of the constructive modifications that its residents may or may not make. The research aims to reinforce the patrimonial category of this building, derived from its age and its relevant architecture, with a view to its protection, by revealing historical aspects that contribute to the property intangible values that have not been considered, perhaps due to their ignorance. This article refers to the circumstances associated with the origin of the property, and presents the spatial qualities and architectural details of a relevant exponent of the villas of El Vedado, Havana, as elements to consider in the management of the property from the patrimonial point of view.

KEYWORDS: intangible values, villas, family history, restoration, Villa Orduña.

RECIBIDO: 3 enero 2022

ACEPTADO: 20 abril 2023

Introducción

El Vedado constituye uno de los barrios residenciales más atractivos y demandados por la población habanera. Recorrer sus calles arboladas, apreciar el verdor de los jardines y los portales que enmarcan a sus edificaciones, representa un verdadero disfrute. Durante sus más de ciento cincuenta años de existencia El Vedado ha acumulado una rica y variada arquitectura que, sumada a sus otros valores urbanísticos, paisajísticos y funcionales, le han conferido el reconocimiento patrimonial que ostenta desde hace más de dos décadas¹. Se presentan los resultados de una investigación que hurgó en la historia de los primeros ocupantes de Villa Orduña, una valiosa edificación de ese reparto, con el propósito de que, además de que se valoren sus atributos materiales, sean reconocidos los valores intangibles asociados a ella, por estar relacionada con personalidades que desempeñaron un rol importante en el desarrollo de La Habana a finales del siglo XIX e inicios del XX, lo que debería favorecer su deseada conservación.

Apuntes históricos sobre Villa Orduña

A mediados del siglo XIX se gestaba en la ciudad de la Habana un nuevo reparto que, bajo el nombre de El Carmelo, sería presentado a las autoridades habaneras en 1859. Se trazó sobre una hacienda muy próxima a la desembocadura del río Almendares, a partir de las márgenes este del río. Al año siguiente se presentó, respetando sus mismos postulados, el proyecto de parcelación de otra finca colindante conocida como El Vedado, denominación derivada de las restricciones (productivas y constructivas) establecidas para la faja costera por razones defensivas de la ciudad. Finalmente, ambas urbanizaciones, caracterizadas por la modernidad y por otros muchos rasgos novedosos, quedaron unificadas bajo la denominación única de El Vedado². Los nuevos repartos nacieron favorecidos por la reciente creación, en aquel sitio inmediato al río, de la estación del tranvía urbano de El Carmelo, ventaja que posibilitaba el conveniente enlace con los restantes ensanches habaneros, separados entonces por algunos kilómetros.

Uno de los tipos de residencias que surgieron en las primeras etapas del desarrollo de nuevo reparto fueron las llamadas casas quintas, que tenían sus antecedentes en el antiguo asentamiento de extramuros de El Cerro, surgido a inicios del siglo XIX. Eran viviendas suburbanas creadas para el veraneo y el descanso de familias adineradas que tenían sus casas principales en la ciudad de intramuros, lo que hoy se corresponde con La Habana Vieja.

Al realizar un recorrido por la atractiva barriada de El Vedado, sitio marcado por su arquitectura relevante, edificaciones asociadas a personalidades y a hechos significativos, llama la atención la presencia de una casona poco común en el contexto pues, a casi siglo y medio de existencia, ha mantenido su modalidad de ocupación en el tejido urbano y su expresión arquitectónica. En una de las manzanas perfectamente regulares, en la esquina definida por las calles Once y Dos, se encuentra la que fuera una hermosa y amplia casa quinta, milagrosa sobreviviente de aquellas que tempranamente surgieron en los sitios más privilegiados del barrio que ocuparon varias parcelas de sus respectivas manzanas. (Figura 1)

La propiedad, en sus orígenes, ocupaba la mitad de la manzana de cien metros de lado, o sea, la media hectárea del lado oeste³. Una alta cancela facilita el acceso a sus vastos jardines. La elaborada reja –realizada en París, según se aprecia en la pequeña chapilla que conserva⁴ – tiene



Figura 1. Postal de correos con vista de la casa en 1901. Fuente: Archivo de la autora.

¹ Declarado según Resolución 154 del Ministerio de Cultura de Cuba: Zona de Valor Histórico Cultural, en 12 de marzo de 1999,

² Expresiones de su modernidad lo fue la introducción del arbolado en las calles, parques y paseos, los obligatorios portales delanteros de las casas precedidos por la faja de jardín, el diseño de una trama vial con secciones que asimilaron muy bien la futura introducción del automóvil, el método práctico de nombrar las calles con letras y números, entre otras muchas novedades.

³ Años después la propiedad fue fraccionada dando lugar a otra parcela limitada por la calle Trece.

⁴ Se trata de una discreta chapilla que, a modo de inscripción sobre uno de los barrotes horizontales de la verja, refiere su origen asociado a una firma francesa: la SCHWARTZ & MEURER, de París, aunque no incluye el año de producción.

inscrita las iniciales: M L en una de sus hojas, y O P, en la otra. Fue este dato intrigante lo que provocó el comienzo de la insistente búsqueda que dio origen a este artículo, dirigida a descifrar los misterios escondidos tras los muros de la conocida –por los más antiguos residentes de El Vedado– como Villa Orduña. (Figura 2)

Antecedentes de una ilustre familia

Desde las primeras décadas del siglo XIX los criollos habaneros habían estado solicitando a la Metrópolis española la demolición de las antiguas murallas defensivas, verdaderos obstáculos para una ciudad que, ya por entonces, tenía tanta población fuera como dentro de aquellos muros. Los ensanches crecían y, para su control y el mejor desarrollo de las intervenciones que se multiplicaban de modo acelerado, se creó en 1862 un cuerpo de Ordenanzas para la construcción⁵, con un sentido práctico y efectivo, que definió la estructura urbana que aún caracteriza a La Habana y su sistema de centralidades. Mientras tanto, las murallas y su extendido glacis se mantenían bajo los argumentos de defensa del recinto habanero, ante los rechazos de la corona a las diversas solicitudes de demolición que se repetían sistemáticamente.

Finalmente, en 1863, una nueva solicitud dirigida al gobierno de Madrid logró la aceptación de las demoliciones de las murallas, en cuyas extensas áreas ocupadas por el glacis se gestaba el desarrollo de una nueva urbanización –ya identificada como el reparto Las Murallas– que pronto se convertiría en el verdadero centro, tanto funcional como geográfico, de la ciudad de La Habana.

Con la misión de seguir de cerca el proceso de demolición, y participar en la preparación de los proyectos de urbanización de las áreas que quedarían así liberadas, la corona española envió en 1850 al Capitán de Ingenieros Juan Bautista de Orduña y Feliu⁶, nacido en 1824 en Villa Benissa, Alicante. [1] El alicantino, como fue conocido en la época, estuvo al frente en 1862 de la Cátedra de Geometría Descriptiva de la Escuela Profesional de La Habana y llegó a ser alcalde de la ciudad de San Cristóbal de La Habana desde julio de 1885 hasta el 1 de junio de 1887. [2] Luego de varias propuestas para la creación del nuevo reparto, en 1865 resultó seleccionado el proyecto de Orduña, más afín a las aspiraciones del Ayuntamiento, y contrarias a los criterios ambiciosos del Gobierno Central.⁷

- [1] Venegas C. La urbanización de Las Murallas. Dependencia y modernidad. La Habana: Letras Cubanas; 1990.
- [2] Prieto JLL. El alicantino Juan Bautista Orduña y La Habana Vieja [Internet]. El Blog de José Luis Luri. 2016 [citado: 2022 Dic 2022]. Disponible en: <http://www.joseluisluri.com/index.php/2016/04/28/el-alicantino-don-juan-bautista-orduna-y-la-habana-vieja>



Figura 2. Detalle de una de las hojas de la reja de acceso con las iniciales O y P (Orduña Pesant). Fuente: © Néstor Martí.

⁵ *Ordenanzas de construcción para la ciudad de La Habana y pueblos de su término municipal*. La Habana, Impresa del Gobierno y Capitanía General, 1862.

⁶ Según los programas de estudio en España, los ingenieros de esta época estaban capacitados para desempeñar tareas relacionadas con la arquitectura civil, la ingeniería y el servicio de obras públicas, por lo que podían ocupar cargos como el de Arquitecto Municipal, tal como sucedió en este caso.

⁷ La propuesta incluía la creación de vías más anchas. Las dos avenidas principales cruzarían el ring de norte a sur en paralelo con el Paseo del Prado. Las serían calles de 15 metros de ancho y los inmuebles tendrían portales, en correspondencia con las nuevas Ordenanzas. Las manzanas deberían ser lo suficientemente espaciales para permitir perspectivas favorables a las edificaciones que serían insertadas con una ocupación tal que dejara una proporción similar para jardines perimetrales. En tanto, las calles perpendiculares a dichas avenidas darían continuación a las ya existentes en extramuros, asegurando así la expansión de la ciudad hacia el oeste. Algunas de estas propuestas no fueron luego materializadas, como la de prolongar el Paseo del Prado a través de la actual calle Cárdenas (Ancha del Sur por aquel entonces).

Juan Bautista se casó con la habanera Luisa de Narganes y de Osma, nacida en 1834. De este matrimonio nacerían tres hijas, Ana María Carlota (1859), María Luisa Julia (1862) y Julia América de los Dolores (1865). En 1890 falleció Juan Bautista y sus restos reposan en la necrópolis Cristóbal Colón, de La Habana. Pero, ¿cuál sería la relación de estos personajes con la barriada habanera de El Vedado, y en particular, con una de las más atractivas residencias que en el sitio se conserva? (Figuras 3 y 4)

Una indagación dirigida a saber más sobre la familia Orduña permitió conocer que María Luisa, una de las hijas de Juan Bautista, había efectuado matrimonio con un ingeniero de origen norteamericano, Alfonso Pesant y Elleau⁸. Documentos registrados en 1894 dan fe de la existencia de una casa de dos plantas y azotea que, con licencia del Ayuntamiento de la ciudad, había hecho construir el Sr. Don Alfonso Pesant y Elleau. [3] Al fondo fue construida una sencilla edificación de dos plantas destinada a caballeriza, cochera y lavadero, en este caso con techo de tejas, a la que accedían los carruajes desde la calle Dos. De este modo, las iniciales mostradas en las enrejadas puertas de acceso a los jardines de la casa desde la calle Once –M L en una de las puertas, O P en la otra– ratificaban la relación con María Luisa Orduña de Pesant, esposa de Don Alfonso, matrimonio del cual ya se habían encontrado algunas referencias a partir de la búsqueda de información sobre los orígenes de los Orduña.

Alfonso Pesant y Elleau fue un rico industrial y hombre de negocios con oficinas en New York y La Habana. Fue también Cónsul Plenipotenciario del Principado de Mónaco, e introdujo en Cuba maquinarias dedicadas a la producción azucarera. En 1901, periódicos de los Estados Unidos comentaban los encuentros de negocios de Alfonso Pesant con Louis Pranke, Dionisio Velasco, y Juan Pedro Baró, entre otros, que integraban una *Society of merchants and business men of Cuba*. Asimismo, se relacionó con el polaco Thomas Florian Krajewski, quien, a fines de los ochenta del siglo XIX, desarrolló y patentó una máquina para la extracción del jugo de la caña de azúcar. Juntos integraron la *Erie Basin Iron Works*, para la producción de maquinaria, con establecimientos comerciales en Manhattan. Como dato curioso, el primer puente metálico que enlazaba El Vedado y Miramar, fue construido en 1920 por Cuban *Allied Work Engenering Corp* (antes *Krajewski-Pesant Co*)⁹.

El Archivo Nacional de Cuba conserva una solicitud, dirigida al Ayuntamiento de la ciudad, encabezada con el membrete de “Pesant Company, Ingenieros, consultores y contratistas”, para la aprobación de un proyecto para la casa de Once y Dos realizado en 1919 por el reconocido arquitecto e historiador cubano Joaquín Weiss.¹⁰ (Figura5)

[3] Documento que legaliza la propiedad del inmueble a favor de Alfonso Pesant y Elleau, 1894. Registro de la Propiedad de La Habana, tomo 298, folio 31, fca. 6707, Registro del Mediodía.



Figura 3. (Izq.) María Luisa Orduña y Narganes junto a su hermana Julia América, hijas de Juan Bautista, en 1882. Fuente: Luri Prieto, JL. “El alicantino Juan Bautista Orduña...” [2].

Figura 4. (Der.) Juan Bautista de Orduña y Feliu, el alicantino. (1824, Benissa, Alicante – 1890, La Habana) Fuente: Luri Prieto, JL. “El alicantino Juan Bautista Orduña...” [2].

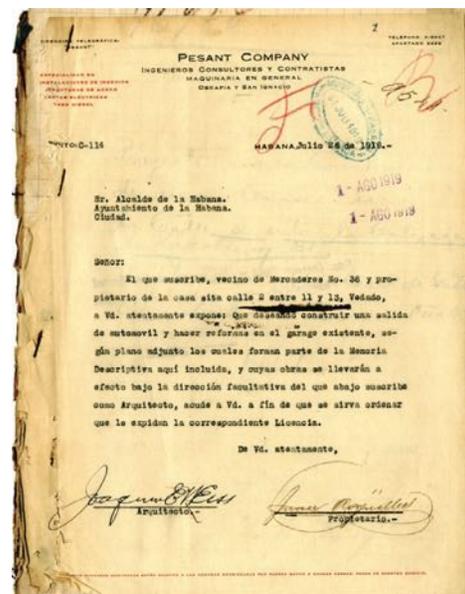


Figura 5. Documento original de solicitud al Ayuntamiento para la realización de un proyecto de acceso vehicular (porte cochère) realizado por Joaquín Weiss en 1919. Fuente: Archivo Nacional de Cuba.

⁸ Alfonso M. Pesant (Nueva York, 1858-La Habana, 1910). Disponible en: <https://www.myheritage.es/names/alfonso-pesant>.

⁹ Fudakowski-Krajewski family. [Consultado: 20 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://www.fudakowski-krajewski.com/index.html>

¹⁰ El objetivo del proyecto era introducir la *porte cochère* en la fachada posterior (sur) de la casa, para lograr un vínculo más cómodo con el automóvil. Ese documento gráfico corrobora la dimensión inicial de la propiedad, o sea, la mitad oeste de la manzana del reparto.

Sin embargo, ya para esa fecha la casa había sido vendida al señor Juan Arguelles. El documento aparece firmado por el mencionado arquitecto, así como por Juan Arguelles, el nuevo propietario entonces. [4] Alfonso Pesant había muerto en 1910 y, con toda seguridad su hijo mayor, Carlos Alfonso, nacido en 1889 e ingeniero civil, continuó al frente de los negocios del padre y de la compañía constructora, como también había heredado el cargo de Cónsul Plenipotenciario de Mónaco.

Alfonso murió joven, a la temprana edad de 52 años. María Luisa lo sobrevivió 40 años más, pero no viviendo en Villa Orduña. Una numerosa familia se deriva de los Pesant - Orduña, integrada por seis hijos, dos de ellos nacidos en New York, el resto en La Habana, la hija menor nacida en 1901 en la propia casa del Vedado. Con el paso de los años las familias de alto rango social, como las que vivían en El Vedado, en especial las generaciones más jóvenes, se irían trasladando a Miramar, uno de los repartos exclusivos de La Habana surgidos a partir de la segunda década del siglo XX. Algunos descendientes de la familia residen actualmente en Coral Gable, Miami, La Florida ¹¹.

La casa quinta y su expresión en Villa Orduña

Las casas quintas habaneras se caracterizaron por la ocupación de amplias extensiones de terrenos que, con profusa vegetación, rodeaban a las edificaciones. De este modo dicha residencia, en lugar de la obligatoria faja de jardinería de cinco metros mínimos de ancho que estipulaban las condicionales urbanísticas de El Vedado, se separó mucho más de las calles que delimitan la parcela. [5]

La estructura espacial de la casa se adaptó a las características del relieve, que presenta una pronunciada pendiente en dirección al litoral habanero. Así, la planta principal se eleva sobre un basamento que ocupa la mitad de la superficie total edificada, para mostrar en su fachada principal, (norte), los dos niveles, uno de ellos correspondiente al basamento. (Figuras 6 y 7)

Por la parte posterior de la casa (fachada sur), se aprecia una única planta, la principal del inmueble. El nivel de piso está elevado sobre el terreno aproximadamente un metro. La planta cuadrada, de perfecta simetría, se desarrolla alrededor de un pequeño patio central con galerías perimetrales que se apoyan sobre esbeltas columnas de hierro fundido. (Figura 8)

Residentes de los últimos tiempos de la casa refieren que en dicho basamento existieron una biblioteca, un comedor, la cocina y otras áreas de servicio –funciones que se corresponden con la calidad y el diseño de los revestimientos aun conservados, tales como el empleo de azulejos blancos, muy comunes en las áreas de servicio ¹². (Figura 9)

- [4] Documento de solicitud de aprobación de obras dirigido al Ayuntamiento de La Habana en 1919. Disponible en: Archivo Nacional de Cuba (ANC), Fondo de Urbanismo, legajo 90, expediente 9541.
- [5] Menéndez M. El Vedado. Tradición y modernidad en la arquitectura habanera. La Habana: Ediciones Boloña; 2020.

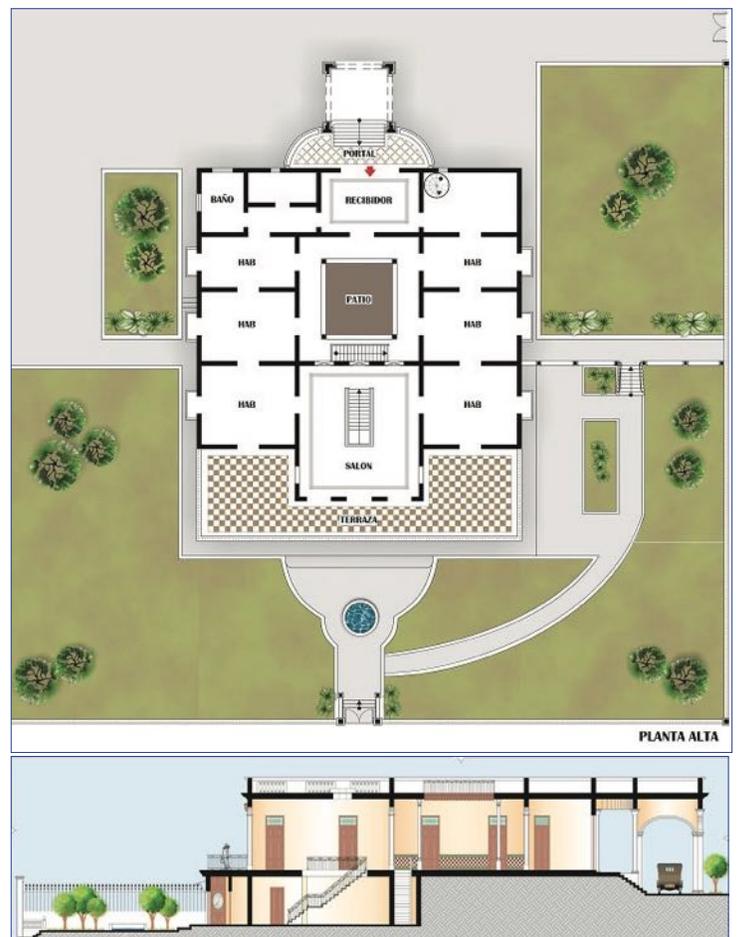


Figura 6. (Arriba) Plano de planta principal de la residencia. Fuente: Menéndez M [7]. Dibujo de Elena García.

Figura 7. Plano de sección longitudinal de la residencia. Fuente: Menéndez M. [7]. Dibujo de Elena García.

¹¹ Lydia Pesant, biznieta del matrimonio y residente en Estados Unidos, supo de esta investigación y me proporcionó muchos datos sobre la familia y sus propias experiencias. A través de familiares de mayor edad me dio a conocer que Alfonso Pesant fue velado, en 1910, en otra casa de la calle Paseo, entre 13 y 15, ya desaparecida. Según se recuerda, asistieron muchas personas al velorio, incluyendo el propio arquitecto diseñador de dicha casa, de nombre Dediot, quien, preocupado por el peso, trataba de impedir que subieran muchas personas a la planta alta.

¹² Luego del triunfo de la Revolución cubana, aquellas residencias que habían sido abandonadas por sus propietarios salidos del país, fueron entregadas a varias familias necesitadas que compartirían sus espacios en calidad de usufructuarios gratuitos, o sea, sin pago de alquiler por no contar el inmueble con condiciones ideales.



Figura 8. Vista desde la galería hacia el patio central. Fuente: © Néstor Martí.



Figura 9. Detalles del acceso a la residencia desde el basamento. Fuente: © Madeline Menéndez.

Por su parte, la planta principal agrupa las habitaciones, en su mayoría ubicadas alrededor del patio. Desde el propio basamento, una vistosa escalera de una rama –terminada en mármol y con elaboradas barandas de hierro– desemboca en los amplios salones delanteros que se abren a las terrazas frontales. Tres arcos de medio punto permiten el enlace con las galerías que rodean al patio. La carpintería de cierre de estos arcos se resuelve con persianas francesas y vidriería tratada con elegantes motivos florales pintados a mano. (Figuras 10 y 11).



Figura 10. Serie de arcos de medio punto que enlazan con las galerías que rodean.



Figura 11. Detalle de la vidriería con motivos florales pintados a mano. Fuente: © Néstor Martí.

Una segunda escalera, en esta ocasión de servicio, localizada en el lado norte del patio, permite la conexión entre la planta principal y el basamento.

Pero a pesar de sus muchos atractivos e interesante historia, la residencia de Once y Dos confronta verdaderos riesgos. La casa se mantiene ocupada por varias familias, aunque una de ellas, recientemente allí llegada, ha iniciado trabajos encaminados a la rehabilitación del área importante que ocupa, incluso con la restauración de componentes valiosos de la carpintería original. Aun así, constituyen acciones limitadas por la actual compartimentación de los espacios en una vivienda merecedora, sin dudas, de un proceso de restauración de carácter integral.

Villa Orduña es digna de investigaciones más profundas que permitirían verificar y documentar los cambios sufridos a lo largo de su historia, que se evidencian especialmente en el basamento, como muestran los muros agregados que afectaron la espacialidad en ese nivel; la presencia de restos de una marquesina en el acceso principal por calle 11 y los diversos tipos de sistemas constructivos en los entresijos. Todo ello permitiría la justa valoración que merece este inmueble, por lo que la divulgación de estos aspectos relacionados con los valores intangibles asociados a su ignorado origen, pudieran propiciar la adecuada gestión de este bien.

Conclusiones

La divulgación de la rica historia escondida detrás de los muros de esta hermosa residencia, el reconocimiento de la presencia de la familia Orduña en La Habana en roles tan importantes como el desempeñado por Juan Bautista, y al mismo tiempo, la posibilidad de apreciar en el inmueble un eslabón fundamental en la evolución de la arquitectura residencial habanera, contribuirían a un mayor enriquecimiento de la historia de El Vedado y de sus valores culturales.



Madeline Menéndez García

*Arquitecta, Doctora en Ciencias Técnicas.
Profesora Titular. Colegio Universitario San
Gerónimo de La Habana, Universidad de La
Habana. La Habana, Cuba.*

E-mail: madelinedelacaridad@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3014-0357>

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERESES

La autora declara que no existen conflictos de intereses que representen riesgos para la publicación del artículo.



Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)



Vaquería Niña Bonita. Perspectiva aérea. Machurrucutu. La Habana, 1969. Proyectos Agropecuarios, Micons. Projectista Arq. Luis Márquez. Fuente: René Castellanos.

De arquitectura, planificación física y economía: conversando con René Castellanos

On Architecture, Physical Planning and Economy: Talking with René Castellanos

Alexis C. Méndez González

RESUMEN: La arquitectura, la planificación física y la economía pueden parecer tres campos de estudio aislados e independientes entre sí. Sin embargo, conocer las ricas experiencias de René J. Castellanos Romeu en su extenso y aún intenso ejercicio profesional como arquitecto-planificador permite entender claramente la interrelación, e identificar la transversalidad entre estas tres disciplinas. La formación de base en arquitectura, con estudios complementarios en planificación y economía, junto al trabajo multidisciplinario de grupo deben garantizar la elaboración de proyectos de desarrollo regionales y urbanos más integrales e innovadores, que permitan desafiar los retos del desarrollo sostenible y el enfrentamiento al cambio climático para así modificar o crear nuevos contextos más accesibles y habitables en nuestro entorno-hábitat. En la entrevista, queda claro que, el desempeño del arquitecto-planificador tiene un papel determinante en este propósito. La universidad, otros factores y actores decisores de la sociedad, están llamados a intervenir proactivamente en este reto.

PALABRAS CLAVE: Arquitectura, planificación física, planificación urbana y regional, René Castellanos

ABSTRACT: Architecture, physical planning and economy may seem like three separate and isolated fields of study. However, knowing the rich experiences of René J. Castellanos Romeu in his extensive and still intense professional practice as an architect-planner allows to clearly understand the interrelationship and identify the transversality among these three disciplines. Basic training in architecture, with complementary studies in planning and economics, together with multidisciplinary group work, should guarantee the elaboration of more comprehensive and innovative regional and urban development projects, which allow us to face the challenges of sustainable development and confront the climate change to modify or create new, more accessible, and habitable contexts in our environment-habitat. In the interview, it is stated clearly that, the actions of the architect-planner have a determining role in this purpose. University, other factors, and decision-making actors in society are called upon to intervene proactively in this challenge.

KEYWORDS: Architecture, physical planning, urban and country planning, René Castellanos

RECIBIDO: 6 enero 2023 ACEPTADO: 10 febrero 2023

Introducción

En la formación de los arquitectos aparecen postulados sobre la transversalidad de las diferentes disciplinas, garante del trabajo profesional, multidisciplinario y grupal. Pero no siempre se logran las convicciones y habilidades requeridas para la aplicación y transición entre los campos de estudio necesarios para realizar un diseño integral. En esta entrevista, René J. Castellanos Romeu, arquitecto- planificador y Doctor en Ciencias Económicas, describe la relación entre Arquitectura, Planificación Física y Economía, que ha aplicado en su extenso y fructífero ejercicio profesional no solo al desarrollar proyectos de planificación en los ámbitos regional y urbano, sino también, en la elaboración de documentos rectores para la actividad y para la formación de otros profesionales. Castellanos afirma que los arquitectos son los especialistas más capaces para los trabajos de planificación física, dadas sus habilidades para el trabajo individual y para la dirección de grupos multidisciplinarios. Pero antes, su formación se debe complementar para ejercer como arquitectos- planificadores, pues desde su especialización, ocuparán un papel determinante en la remodelación y nuevos diseños de las ciudades, para enfrentar con un adecuado enfoque sistémico los retos del desarrollo sostenible que el cambio climático exige a la teoría, al aplicar en la práctica, las técnicas del ordenamiento o la planificación regional y urbana.

Entrevista

Primeramente ¿cómo deben entenderse la planificación física, la planificación regional y la planificación urbana? ¿Qué aspectos comparten y qué aspectos las diferencian y particularizan?

RC: En Cuba, la denominación planificación física, del inglés *physical planning*, se adoptó para designar la actividad dirigida a la optimización de la localización y proyección de las inversiones de desarrollo en las zonas urbanas y rurales del país. A su vez, *town and country planning*, se designó como planificación urbana y regional. Actualmente estos vocablos se reconocen como ordenamiento territorial y urbano, por referentes españoles colaboradores en la elaboración de la legislación cubana para esta actividad.

Desde sus inicios, la planificación física, tanto regional como urbana, compartió un proceso metodológico similar, dividido en cuatro grandes bloques, fases o etapas, que son universales, no solo para la planificación física, sino para cualquier ciencia. Estas etapas son: inventario, análisis, síntesis y propuesta.

Se elaboraron trabajos a escala nacional, provincial y municipal, para diferentes horizontes temporales de actuación, surgiendo las categorías de plan físico nacional, planes provinciales, regionales o municipales, y proyectos de mayor detalle, para ciudades y planes de desarrollo agropecuario e industrial.

La diferencia principal entre la planificación regional y la urbana radica en la escala de los trabajos, conocido como “ámbito” de su aplicación, sean ciudades o territorios el objeto de estudio. En todos los casos, el componente transdisciplinario siempre está presente.

Junto a los planificadores físicos cubanos, muchos especialistas extranjeros participaron en nuestra formación, donde sobresalían geógrafos, economistas, sociólogos o ingenieros, entre otros. El “trabajo en grupo” siempre fue, y sigue siendo, una divisa común e indivisible.

Mi experiencia de sesenta años de trabajo me permite afirmar que urbanistas somos todos, tanto los que elaboran un plan director de una ciudad como los que trabajamos en el ordenamiento territorial de un plan ganadero o de una zona de desarrollo industrial.

Usted tiene una larga experiencia profesional como arquitecto- planificador. ¿Cómo relaciona la arquitectura con la planificación física dentro del sector de la construcción?

RC: La planificación física en Cuba nació dentro del Ministerio de Obras Públicas, hoy Ministerio de la Construcción, como un departamento dedicado al estudio del territorio rural y urbano, como antesala de los proyectos del diseño urbano y regional.

Era una pieza de un engranaje que, empezando con los estudios territoriales y urbanos, terminaba con los proyectos de edificaciones de variados programas de usos, ubicados de forma racional en el espacio que debían ocupar. El sector de la construcción era el más idóneo para dirigir y controlar este proceso, donde las inversiones tienen una alta densidad constructiva. Además, era el sector donde se concentraban los arquitectos, como principales especialistas, dotados de una alta capacidad integradora de las disciplinas involucradas.

La planificación física significó un cambio trascendental en mi vida estudiantil, profesional y personal, al pasar del diseño arquitectónico al diseño territorial. Mi transición de arquitecto a arquitecto- planificador se inicia en 1969, cuando empezaba el cuarto año de la carrera de arquitectura como trabajador- estudiante, graduándome de Arquitecto en el año 1970.

Al cabo de dieciséis años en el sector de la construcción, se decidió subordinar la actividad a la Junta Central de Planificación (JUCEPLAN), hoy Ministerio de Economía y Planificación, decisión no bien acogida por los arquitectos, porque pensaban que disminuiría su papel dentro del proceso.

En 1971, Cuba se integra al Consejo de Ayuda Mutua y Económica (CAME), que determinó el inicio de los planes quinquenales de desarrollo económico y social, donde el Instituto de Planificación Física (IPF) era responsable de investigar la factibilidad territorial y la localización de las inversiones de los planes de desarrollo socioeconómico.

¿Siempre asumió tareas de diseño- proyecto o también tiene experiencias en tareas “burocráticas” de la construcción? ¿Cómo relaciona las unas con las otras?

RC: Mis primeras experiencias laborales, como delineante arquitectónico, fueron entre 1957-1959, en una empresa contratada por el entonces Ministerio de Obras Públicas. Posteriormente, a pie de obra, ocupé un cargo de auxiliar del “superintendente de obras” actuando como listero-auxiliar del representante en obra del arquitecto- proyectista.

Ninguno de estos cargos fue burocrático, por el contrario, aprendí cómo se trabajaba en una empresa constructora capitalista, donde debes cumplir tus obligaciones para mantener tu puesto de trabajo. Este aprendizaje quedó como una norma de mi actuar en el nuevo escenario político- económico del país que se produciría a partir de 1959.

La diversidad de cargos que he ocupado en sesenta y cinco años de vida laboral es la mejor manera de comprender ese proceso que va desde dibujante y listero- auxiliar de superintendente de obras, pasando por jefe de almacén, compras o de abastecimiento, hasta la realización de proyectos de ordenamiento territorial, regional y urbano una vez graduado. Estas experiencias me permitieron ir desarrollando proyectos cada vez de mayor envergadura, más complejos y a diferentes escalas o ámbitos. Es

lo que explica el porqué fui seleccionado para ejercer como experto y consultor de proyectos de trascendencia internacional, hasta desempeñarme actualmente como responsable del Tema Producción del Plan de Ordenamiento Urbano y Estrategia de Desarrollo del Municipio La Lisa en La Habana.

Desearía destacar la proyección en el año 2015, ya jubilado, de una zona de desarrollo industrial en la ciudad de Santiago de Cuba, (Figura 1), en que acompañé a los prestigiosos arquitectos y amigos Enrique (Kike) de Jongh Caula, director-fundador del IPF y miembro de la Academia de Ciencias de Cuba, y Manuel Mendoza Castellanos, ambos ya fallecidos.

En resumen, que para abordar proyectos de planificación física, regional o urbana, se requiere del conocimiento del territorio, el dominio del funcionamiento de los procesos productivos, sociales y medioambientales, así como de la participación y conciliación con los diferentes actores del proceso inversionista.

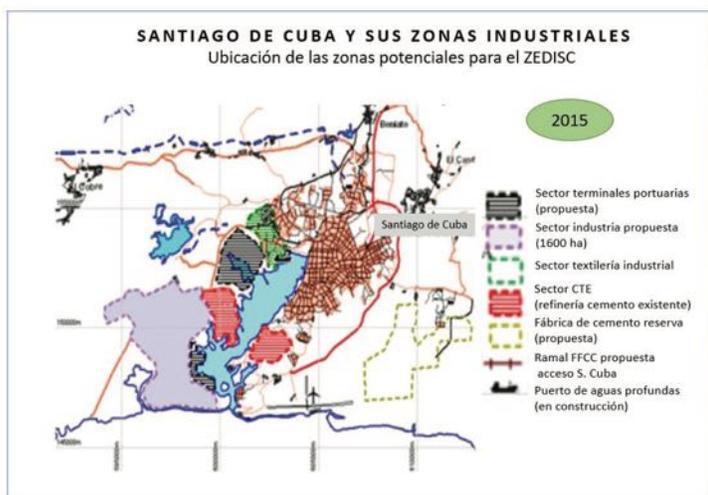


Figura 1. Santiago de Cuba. Zonas potenciales de desarrollo industrial. 2015. Fuente: René Castellanos.

Desde edad muy temprana usted tenía claro que quería formarse como arquitecto ... ¿qué motivaciones tenía para ello? ¿Cómo fue ese camino?

RC: No tenía ninguna inclinación vocacional hacia la arquitectura, ni hacia ninguna otra carrera universitaria. A mis manos llegó un compendio de todos los programas de las carreras universitarias de la Universidad de La Habana, UH¹, la revisé y consideré que la Arquitectura era la más adecuada a mis posibilidades docentes y a mi trayectoria estudiantil hasta 1954 en que me gradué de bachiller en ciencias.

El primer día de clases en la Escuela de Arquitectura, quedé conmocionado al leer un cartel del aula de Dibujo

Arquitectónico, que decía: "La Arquitectura es una de las bellas artes igual que la Pintura y la Escultura, quien no se sienta artista, debe renunciar a ser arquitecto". Pensé que había elegido mal, aunque decidí continuar.

Usted optó en su formación como arquitecto, casi finalizando la carrera, por especializarse en planificación física. ¿Por qué tomó esta decisión?

RC: Yo no opté, sino que fui seleccionado, y nunca he sabido sobre la base de qué cualidades fuimos escogidos los treinta estudiantes de cuarto año de la carrera que conformamos el primer grupo para formarse como planificadores físicos.

Era el año 1968. Nadie, o quizás muy pocos, sabían qué era la planificación física. Se nos dijo que era una idea de la máxima dirección del estado para proyectar el desarrollo de la agricultura del país y que se enlazaba con la Ley de Reforma Agraria aprobada en 1960.

Nos trasladamos a la recién creada filial de la Escuela de Arquitectura en Nazareno, donde radicaba el Puesto de Mando de la Agricultura de La Habana, un lugar céntrico de la actual provincia de Mayabeque. Para mí, habiendo ya transitado por disímiles obligaciones laborales, esta sería una más, aunque resultó definitiva hasta el día de hoy.

Tuve responsabilidades técnicas como estudiante y como alumno-ayudante lo que permitió que aprendiera mucho más y contribuyó a mi futuro como docente. Presentábamos nuestros proyectos a las más altas instancias del gobierno, a funcionarios cubanos y a personalidades extranjeras que visitaban el país.

¿Cuáles fueron los resultados más significativos de aquellos dos últimos años de su formación preparándose como planificador físico?

RC: Destaco, de mi formación como arquitecto planificador físico, como relevante:

- Excelente integración teórico-práctica a través de la docencia-producción.
- Formación en corto tiempo como planificador físico.
- Trabajo conjunto con especialistas de la producción agropecuaria y directores de los planes, lo que garantizaba la calidad de los proyectos.
- Rápida promoción a responsabilidades docentes y técnicas.

¹ En esa fecha, la Escuela de Arquitectura pertenecía a la Facultad de Tecnología de la Universidad de La Habana.

- Control facultativo de los proyectos desde la microlocalización hasta su ejecución inmediata
- Aprendizaje del trabajo en grupos transdisciplinarios mediante trabajo de gabinete y a pie de obra.
- Funcionamiento integral de las instalaciones básicas con la proyección de toda la infraestructura técnica y social requerida.
- Socialización de conocimientos de la especialidad hacia territorios de otras provincias para proyectar el desarrollo regional y urbano a nivel nacional.
- Desempeño como profesor de nuevos grupos de planificadores físicos.
- Proyección-localización de numerosas inversiones agropecuarias y de su infraestructura técnica y social, según las necesidades, como viales, ferrocarriles, asentamientos de las nuevas comunidades, entre otros.
- Buenos resultados docentes y altas calificaciones, por el compromiso adquirido.
- Posibilidad de “recorrer” el territorio, como estilo de trabajo, aplicado después en el ejercicio de la profesión durante la vida laboral.
- Dominio adquirido de ubicación en el espacio territorial, mucho más complejo que el de una ciudad, a partir del uso de fotos aéreas, mapas cartográficos y las constantes visitas de comprobación al territorio.
- Preparación para el uso de nuevas técnicas digitales para la elaboración, expresión y análisis de los proyectos.

[1] Padrón Lotti M (coord.). Guía para la elaboración del Plan general de Ordenamiento Territorial y Urbanismo. La Habana: Departamento de Planeamiento Municipal. Instituto de Planificación Física; 2000.

¿Cómo ha sido su trayectoria entre arquitectura, construcción, planificación física y planificación regional?

RC: El tiempo que trabajé en la construcción, más los tres años que cursé de Arquitectura, fueron básicos para la transición hacia la planificación física, que me permitió asimilar rápidamente la teoría y práctica del ordenamiento territorial y urbano.

La planificación, planeamiento u ordenamiento, como quiera denominarse, urbana y regional, como ya expresé anteriormente, solo difieren en el ámbito de actuación, ya sea una ciudad o un territorio. La metodología general empleada para todos los casos tiene el mismo recorrido, que es: inventario- análisis- diagnóstico- síntesis o propuesta.

En la “Guía para la elaboración del Plan general de Ordenamiento Territorial y Urbanismo” se señala que “El ordenamiento territorial (planificación regional) es una disciplina científico-técnica, administrativa y política orientada al desarrollo equilibrado del territorio y a la organización física del espacio (...), y el Urbanismo (planificación urbana) es la disciplina que estudia el planeamiento y el diseño físico- espacial de los asentamientos urbanos” [1]

También se expresa que en Cuba, la planificación física es la integración, en una institución, de ambas disciplinas, lo que actualmente es el Instituto Nacional de Ordenamiento Territorial y Urbanismo (INOTU)². El sistema vuelve a ser como en sus inicios, pues las Direcciones Provinciales y Municipales se subordinan al INOTU, como un Organismo Central del Estado, y se elimina la subordinación a los Consejos de Administración Municipal y Provincial de la administración pública del Poder Popular.³

Desde 1970, mi trayectoria como arquitecto-planificador quedó totalmente definida, dadas las tareas que asumí, tanto en la docencia, como en la dirección de investigaciones científicas.

² Instituto Nacional de Ordenamiento Territorial y Urbanismo (INOTU). www.inotu.gob.cu/es/documentos-normativos

³ Ley 145/2022 del Ordenamiento Territorial y Urbano, y la Gestión del Suelo. Gaceta Oficial de la República de Cuba, No. 116 ordinaria; 24 noviembre 2022. <https://www.parlamento.gob.cu>

Debo señalar la importancia que tuvieron los cursos de posgrado de Planificación Regional y Urbana⁴ y el año sabático de Planificación Económica⁵, que fueron determinantes en la especialización de mis trabajos de carácter regional en temas económico- productivos.

En este curso sabático también recibí mis primeras lecciones de computación y comencé a incursionar en la informática asimilando los software primarios anteriores a Windows (1985) y Microsoft Office (1989).

Con los últimos trabajos realizados después de mi jubilación en el ordenamiento municipal, he abarcado todos los ámbitos de trabajo de la planificación física: nacional, provincial, municipal y local.

La planificación física y la planificación regional, como cualquier ciencia, habrán evolucionado con el tiempo. ¿Cómo usted enfrentó esos cambios y qué le implicó en lo profesional y en lo personal?

RC: Ha sido una constante permanente el estudio de los factores de la localización, ubicación o emplazamiento que caracterizan las actividades productivas en su interacción con el espacio físico. Este ha sido el mayor reto enfrentado para obtener resultados lo más cercanos al óptimo ramal.

Las características de las diversas actividades socioeconómicas sobre las que he realizado estudios de localización y de ordenamiento territorial, me han exigido profundizar en el conocimiento de las diferentes labores productivas, agropecuarias, industriales o turísticas, entre otras muchas.

A mis primeros trabajos como proyectista territorial de la producción ganadera, siguieron los de localización de inversiones industriales, los de planeamiento sostenible del desarrollo turístico de un ecosistema frágil de cayería, la actuación como asesor de planeamiento en un proyecto de desarrollo minero-metalúrgico, la dirección científica de la reestructuración de la industria azucarera cubana, los estudios de ordenamiento territorial de la energía eólica, de la energías alternativas, y del complejo industrial gasopetrolero (Figura 2), entre otros. En lo profesional y lo personal, me siento plenamente realizado como arquitecto planificador físico.

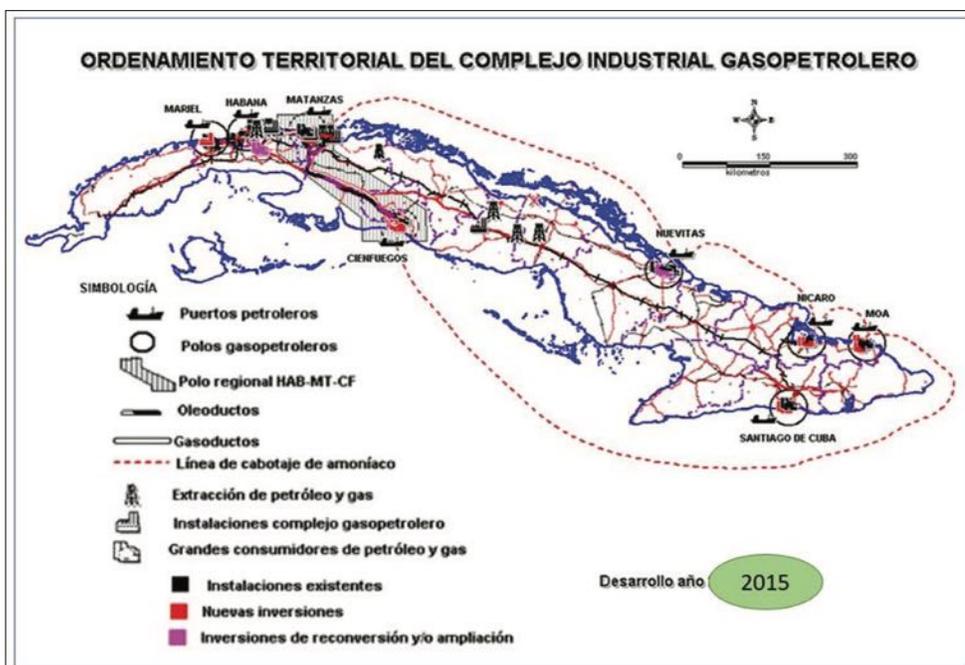


Figura 2. Cuba. Ordenamiento territorial nacional. Complejo gasopetrolero. 2015.

Fuente: René Castellanos.

⁴ Urbanismo y Planificación Regional. Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría (ISPJAE). Julio 1976-Septiembre 1977.

⁵ Curso de superación de especialistas (curso sabático) Ministerio de Economía y Planificación (MEP) Septiembre 1991-Julio 1992.

¿Por qué, cuándo y cómo se inició en el uso de herramientas digitales como los Sistemas de Información Geográfica? ¿Fue un proceso autodidacta cuando comenzaba su ejercicio profesional como planificador físico?

RC: ¿Por qué? Porque consideré que la expresión en mapas digitales de los trabajos de la planificación física, son fundamentales, ya que permiten la permanente actualización de los estudios de forma rápida y eficiente.

¿Cuándo? Ocurrió, a partir de 1998, cuando contrasté mis conocimientos con los de jóvenes especialistas con los que trabajé. Fue en ese año cuando, prestando servicios de consultor de planificación física en una empresa mixta creada para la proyección y ejecución de un proyecto minero metalúrgico, me percaté del vacío o desconocimiento que tenía sobre la cartografía digital.

¿Cómo? Lo enfrenté como un reto, un proceso, que desarrollé de forma autodidacta, aprovechando el conocimiento de dos geógrafas del entonces IPF que tenían gran dominio de la cartografía digital y en particular del MapInfo⁶. Dos años más tarde comencé a utilizar el MapInfo hasta nuestros días.

Usted es Doctor en Ciencias Económicas (1986) por el Instituto de Economía Nacional Plejanov de Moscú. ¿Cuál es la relación de su tesis doctoral con la arquitectura y la planificación? ¿Constituyen la arquitectura, la planificación física y la economía una “triada” para el desarrollo del entorno urbano?

RC: Mi tesis doctoral se titula “Problemas organizativos y económicos de la formación de los “Complejos Territoriales Productivos en la República de Cuba” y esto llama la atención.

Cuando en 1980 arribé a Moscú para iniciar los estudios de doctor en ciencias, no se entendía cómo un arquitecto iba a defender una tesis sobre la formación de los Complejos Territoriales Productivos (CTP) en Cuba, que es un tema de especialistas de base económica. En aquel momento el IPF, anexo a JUCEPLAN, tenía como asesores, a miembros del Consejo para el Estudio de las Fuerzas Productivas adjunto al Gosplán⁷ de la URSS, que fue la institución rectora de la tesis, lo que determinó que ingresara en el Instituto de Economía Nacional Plejanov de Moscú.

Primeramente, me ubicaron en la Cátedra de Dirección de la Economía Nacional, donde hice los exámenes que se exigían para iniciar el doctorado en esa rama del conocimiento. Más adelante, se decidió que mi tema pertenecía a la especialidad de “Geografía Económica y Protección del Medio Ambiente”, por lo que tuve que cambiar de cátedra y realizar el examen correspondiente. Por tanto, tuve dos tutores, uno de cada cátedra. El tutor de economía afirmaba que yo no solo era el primero, sino el único caso, que había

conocido de doctorado de localización de la producción y protección al medio ambiente al mismo tiempo.

Pero esto no llegó a ser una “contradicción”, sino que permitió convertirme en un arquitecto con una marcada especialidad en economía regional y protección del medio ambiente, y gracias a ello, he prestado servicios en entidades medioambientalistas y de ingeniería industrial. Los proyectos de Desarrollo Sostenible del Ecosistema Sabana-Camagüey⁸ y para el Desarrollo minero- metalúrgico en Pinares de Mayarí⁹, son dos ejemplos.

En mi caso, sí ha existido la relación transversal entre la arquitectura, la planificación física y la economía, verdadera “triada” para el desarrollo integral de los territorios, incluidas las ciudades. Soy un urbanista economista, o un economista regional, y mis trabajos siempre toman en cuenta que la expresión final tenga, respete y valide, los principios básicos del diseño, por decirlo de algún modo, como en el caso del Plan Ganadero de Valle del Perú. (Figura 3)



Figura 3. Valle del Perú. La Habana. Proyecto. 1971. Fuente: René Castellanos.

⁶ Mapinfo. Software, surgido en 1986, con potentes capacidades para el mapeo y análisis a través de mapas digitales. Actualmente la versión 2021 se distribuye como Mapinfo Pro por www.precisely.com

⁷ Gosplán. Comité para la planificación económica en la Unión Soviética (1922-

⁸ Proyecto Sabana-Camagüey. https://www.ecured.cu/Proyecto_Sabana-Camagüey

⁹ Australian, Cuban firms to build nickel plant. 1994 https://www.joc.com/article/australian-cuban-firms.build-nickel-plant_19940930.html

En el actual plan de estudios en arquitectura, que se desarrolla en cuatro años, ¿se habilitan competencias en los futuros arquitectos para su posterior desempeño en la planificación regional y la planificación física y urbana?

RC: No estoy totalmente actualizado en este tema para responder con precisión. Hoy en día, mi acercamiento fundamental con la docencia en la carrera de arquitectura se relaciona con tutorías de trabajos de diploma, de fin de carrera.

La última tutoría la realicé en el año 2019. El tema resultaba de sumo interés profesional, ya que recién había elaborado el Estudio para el Desarrollo de la industria local de materiales de construcción del municipio La Lisa. [2]

Enrumbamos su trabajo en esa línea, en la que debía proyectar la instalación industrial en forma de un combinado (Figura 4) donde se concentrarían las producciones de diversos tipos de materiales [3]. Por los resultados que obtuvo la estudiante, llego a la conclusión de que la formación de pregrado de arquitectura es correcta e integral. Su propuesta del Combinado industrial la consideramos como la base conceptual de las aspiraciones del municipio.

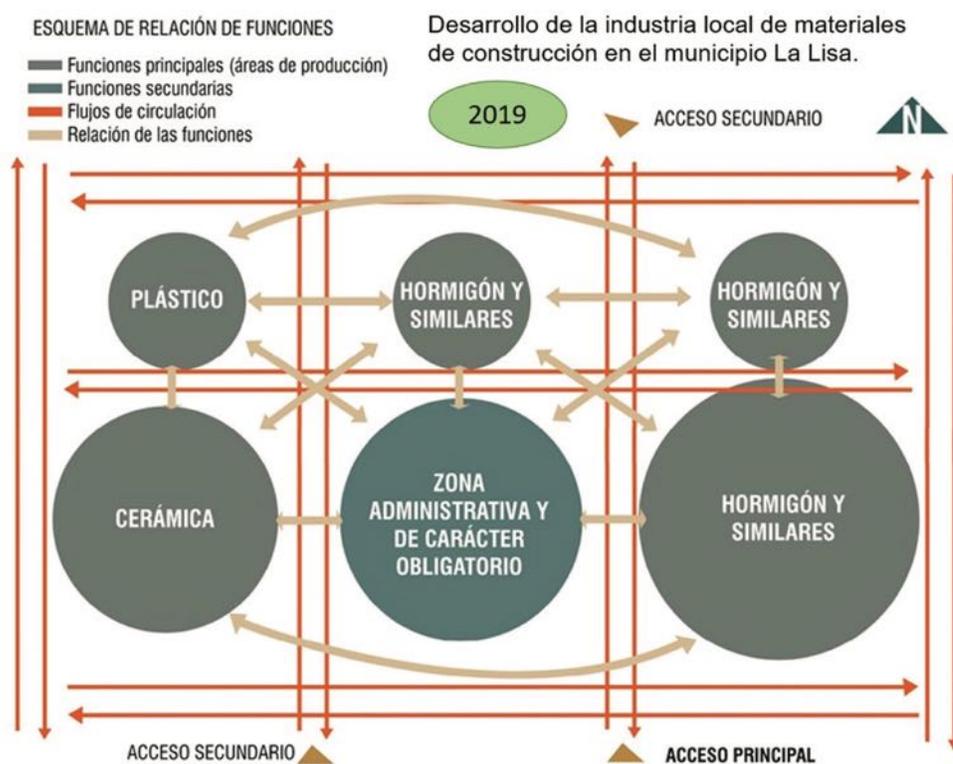


Figura 4. Esquema de relaciones del combinado para el desarrollo de la industria local de materiales de construcción. Municipio La Lisa. 2019. Fuente: Arq. Daniela Lantarón del Risco.

Desde la planificación física, regional o urbana, ¿también se ejerce la profesión de arquitecto? ¿Cómo se manifiesta este ejercicio?

RC: Los arquitectos siempre han sido los especialistas más capaces para los trabajos de planificación física, debido a la gran habilidad que demuestran, tanto en el trabajo individual, como en la dirección de un grupo multidisciplinario. Manejan muy bien el AutoCad y no así el MapInfo, siendo esta la única cuestión que he observado. En general sienten más atracción y se les han desarrollado más capacidades para diseñar edificaciones que

[2] Castellanos Romeu R. Desarrollo de la industria local de materiales de construcción del municipio La Lisa. La Habana: UNAICC; 2018.

[3] Lantarón Del Risco D. Estrategia para el desarrollo del programa nacional de producción local de materiales de construcción en La Lisa [tesis de diploma]. La Habana: Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría, Facultad de Arquitectura; 2020.

para urbanizar un territorio. Quizás les falte un poco más de análisis del entorno regional en el que se inserta la edificación.

Los arquitectos urbanistas, entiéndase del ámbito urbano, tienen una mayor sensibilidad y prestan gran atención al color, las formas, proporciones, alturas, materiales, paisaje urbano, valores patrimoniales y la inserción en el sitio seleccionado para la construcción. Por su parte, los arquitectos regionalistas, entiéndase arquitectos- planificadores, focalizan aspectos de la geografía, como la altimetría, la topografía, distancias, fuerza de trabajo, calidad agro- productiva de los suelos, fuentes hidráulicas, la vialidad, el transporte y otros aspectos similares.

Aunque de cualquier manera, sus actuaciones se complementan entre sí, para mí lo más pertinente sería, que graduados de arquitectura realicen estudios de postgrado de ordenamiento territorial y urbano, lo cual aseguraría mejores y más integrales especialistas cuando deban enfrentarse al ordenamiento territorial.

Antes era común encontrar muchos arquitectos- ingenieros, que ya no son necesarios, por la gran carga de asignaturas de estructuras, estática, resistencia de materiales, que se imparten en la carrera de arquitectura. Pero con los arquitectos- planificadores no es la misma situación, pues después de varias graduaciones a partir de 1970, se discontinuó, a mediados de los 80, la formación focalizada hacia esta especialización.

Actualmente el sistema del INOTU no llega hasta la localización de las inversiones de desarrollo. Los planes municipales y provinciales son muy generales y de ellos se toman solamente las regulaciones de uso y destino del suelo, sobre los cuales se sustentan las propuestas de los organismos sectoriales. La falta del arquitecto planificador es evidente.

¿Alguna recomendación para los que comienzan el camino entre la arquitectura y la planificación física?

RC: Mientras no haya un reordenamiento de los planes de estudios, después de concluir la carrera de arquitectura, sería oportuno y pertinente transitar por cursos de postgrado en ordenamiento territorial y urbano, según las necesidades, para consolidar sus conocimientos y lograr un arquitecto planificador con mayor capacidad e integralidad para la solución de sus proyectos.

En Cuba ¿se encuentra la actividad de la planificación regional y de la planificación física y urbana en un nivel avanzado comparado con el nivel internacional? ¿Qué recomendaría para su desarrollo futuro y constante?

RC: Estoy convencido de que la actividad de ordenamiento territorial y urbano en Cuba se ha deprimido en los últimos años, debido en primer lugar, al cierre de la especialidad de arquitectos- planificadores y a la creación de nuevas entidades de mayor especialización, hacia las cuales se dirigieron los nuevos recursos humanos calificados.

Se imparten cursos de técnicos medios en Planificación Física, como especialistas que son de importancia para varias tareas, pero no para el planeamiento, que son los arquitectos los que tienen que asumirlo. Se espera que algunos de estos técnicos medios puedan continuar estudios de arquitectura que completarían su formación como arquitectos planificadores, para ser empleados en las Oficinas Provinciales y Municipales del INOTU.

La solución que considero más conveniente sería agregar un año más a la carrera de arquitectura, pero considerando los cuatro años que actualmente tiene la formación, en correspondencia con criterios internacionales como el Plan Boloña¹⁰, esto puede suplirse con programas de estudios postgraduados, de maestría o doctorales.

¹⁰ Plan Boloña. 1999. Acuerdo entre ministros de Educación de diversos países europeos para la convergencia, el intercambio de titulados y adaptación de los contenidos de los estudios universitarios a las demandas del mercado laboral.

¿Qué papel e influencia otorga a la arquitectura y a la planificación en las acciones para revertir los efectos del cambio climático? ¿Podría ser determinante para el futuro del planeta? ¿Aún estamos a tiempo?

RC: Todas las especialidades tienen su papel en el accionar contra el cambio climático. Las ciudades y el campo tienen que proyectar su desarrollo, previendo un menor consumo de combustible fósil causante del efecto invernadero y otros males asociados.

Hay muchos ejemplos de proyectos para convertir a barrios enteros de las grandes ciudades, en comunidades energéticas, empleando paneles y tejas fotovoltaicas, por lo general ubicados en las cubiertas de las edificaciones.

La movilidad urbana sostenible crece rápidamente en el mundo desarrollado. Los servicentros para abastecimiento de gasolina se convierten en centros para la carga de las baterías de los autos eléctricos (electrolineras), mediante el uso de la energía solar y fotovoltaica. Tesla¹¹, empresa norteamericana, ya no es la única productora de automóviles eléctricos, pues China destaca en estos propósitos, por solo citar dos ejemplos.

Realmente el movimiento mundial en torno a la lucha contra el cambio climático crece significativamente. Muchos países están inmersos en el cambio de matriz energética¹² (Figura 5) y Cuba no es una excepción (Figuras 6, 7 y 8) dentro del panorama latinoamericano [4] (Figura 9).

[4] Manzoni M. ¿Puede América Latina lograr una transición justa a la movilidad eléctrica? 10 Años Nodal. Noticias de América Latina y el Caribe. Panorama Económico Latinoamericano [Internet]. 2022 [publicado: 6 de diciembre de 2022; consultado: 25 enero 2023]. Disponible en: <https://www.nodal.am/2022/12/puede-america-latina-lograr-una-transicion-justa-a-la-movilidad-electrica/>

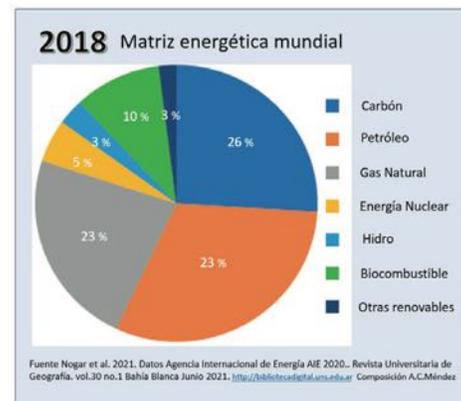


Figura 5. Matriz energética mundial. Año 2018. Fuente: Nogar et al. 2021. Datos AIE 2020. Revista Universitaria de Geografía. vol.30 no.1 Bahía Blanca. Junio 2021. <http://bibliotecadigital.uns.edu.ar>



Figura 6. Cuba, 2021. Aporte según fuentes energéticas renovables. Fuente: <http://www.cubadebate.cu/especiales/2022/07/01/cuba-en-datos-el-ineludible-cambio-de-la-matriz-energetica-que-necesitamos/>



Figura 7. Cuba, 2030. Programa. Desarrollo de fuentes renovables de energía. Fuente: <http://www.cubadebate.cu/especiales/2022/07/01/cuba-en-datos-el-ineludible-cambio-de-la-matriz-energetica-que-necesitamos/>



Figura 8. Cuba, 2030. Objetivos. Desarrollo de fuentes renovables de energía. Fuente: <http://www.cubadebate.cu/especiales/2022/07/01/cuba-en-datos-el-ineludible-cambio-de-la-matriz-energetica-que-necesitamos/>



Figura 9. Latinoamérica. Medidas para impulsar la movilidad eléctrica. 2022. Fuente: <https://www.nodal.am/2022/12/puede-america-latina-lograr-una-transicion-justa-a-la-movilidad-electrica/>

¹¹ Tesla. Empresa estadounidense liderada por Elon Musk. Diseña, fabrica y vende automóviles eléctricos, techos solares, instalaciones solares fotovoltaicas y baterías domésticas.

¹² Matriz energética, mezcla energética. Término que expresa la combinación de energías primarias (gas, petróleo, carbón, nuclear, otras) utilizadas en una zona geográfica (país, continente, mundo).

Sin duda, los arquitectos planificadores tienen un lugar determinante, tanto en la remodelación de las ciudades, ya que el enfoque sistémico del cambio requiere del dominio de las técnicas del ordenamiento, entiéndase la planificación regional y urbana, y los arquitectos-planificadores cubanos deberán no solo participar, sino también prepararse para ello.

En tal sentido, deseo expresar la experiencia formidable que significó para mí la participación en el grupo multidisciplinario de científicos que estudió el desarrollo de la energía eólica en Cuba, que me permitió sintetizar mediante un método de evaluación cualitativa, la factibilidad territorial del programa eólico propuesto para el país¹³.



Alexis C. Méndez González

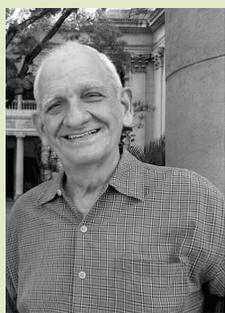
Doctora en Ciencias Técnicas, Arquitecta. Profesora Titular Consultante. Colaboradora de la Facultad de Arquitectura de la Habana (CUJAE) y miembro del Consejo de Asesores de AU.

E-mail: alexis.c.mendez@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1383-2060>

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERESES

La autora declara que no existen conflictos de intereses que representen riesgos para la publicación del artículo.



RENÉ JOSÉ CASTELLANOS ROMEU (La Habana 1936). Arquitecto planificador (1970) por la Universidad de La Habana (UH) tiene vasta experiencia profesional en la Planificación Física y la Planificación Regional y urbana. Doctor en Ciencias Económicas (Instituto Plejanov, Moscú 1986), homologado por la Comisión Nacional de Grados Científicos (Cuba 2010). Investigador Titular (1991) otorgado por la Comisión Nacional de Categorías Científicas y Miembro del

Tribunal Permanente de Arquitectura y Urbanismo (2004-2009) otorgado por la Comisión Nacional de Grados Científicos de Cuba del Ministerio de Educación Superior. Ha realizado-participado en múltiples proyectos de planificación en los ámbitos regional y urbano. Ha participado en la formación de arquitectos planificadores y en la tutoría de trabajos de fin de carrera de estudiantes de Arquitectura y de doctorado de especialista cubanos y extranjeros. Bajo su rúbrica se han publicado diferentes metodologías para el trabajo de ordenamiento territorial de los ámbitos nacional, provincial y municipal que son importantes documentos rectores de la actividad así como el Compendio de libros de texto para técnicos medios en planificación física, entre otros. Ha sido reconocido como Profesional de alto nivel de Arquitectura por la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba (UNAICC 2003) y Premio Provincial de Vida y Obra (UNAICC 2021). Nominado para el Premio Nacional de Vida y Obra (UNAICC 2023).

Ha prestado servicios como experto de proyectos de desarrollo sostenible del turismo (1995-1998), como asesor de empresa mixta de desarrollo de la industria del níquel (1998-2001). Destaca su actual responsabilidad en los estudios y definiciones que se realizan para el Plan de Ordenamiento Territorial-Urbano y Estrategia de Desarrollo del Municipio La Lisa de La Habana (2016-2023).

¹³ Revista Planificación Física Cuba: Número 12/2007 ISSN 0138-6239

