

# TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN



Nº 38 | AÑO 2026

INSTITUTO DE DESARROLLO  
EXPERIMENTAL DE LA  
CONSTRUCCIÓN / IDEC  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
Y URBANISMO  
UNIVERSIDAD CENTRAL  
DE VENEZUELA

Publicación semestral  
ISSN Electrónico: 2343-5836  
pp.198402DC2604  
<https://doi.org/10.37883/>

# collectania®

Collectania es una empresa fundada en 1998, dedicada inicialmente a la distribución de cocinas alemanas y posteriormente a la distribución selectiva de muebles de autor alrededor del Globo. Su compromiso social y sus actividades educativas siempre han sido un pilar en cada uno de sus emprendimientos.



## DIFUNDIENDO EL CONOCIMIENTO

El Vicerrectorado Académico de la Universidad Central de Venezuela (UCV), en colaboración con el repositorio SABERUCV —programa adscrito al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH)—, promueve la innovación, el conocimiento y la cooperación académica. Este esfuerzo se materializa a través de la gestión eficiente de la información, la difusión de la producción científica y la asignación del Identificador de Objeto Digital (DOI) en el ecosistema de publicaciones seriadas. En este marco, la Revista Tecnología y Construcción expresa su más sincero agradecimiento por el invaluable respaldo institucional brindado por la Vicerrectora Académica, Dra. María Fátima Garcés; la directora del CDCH, Dra. María Rodríguez; y el Lic. Israel Gil. Su apoyo ha sido decisivo para consolidar la visibilidad de nuestra política editorial a través del repositorio SABERUCV, así como para la indexación y adscripción de los códigos DOI en nuestros artículos académicos.





Portada: Composición de imágenes.  
Argenis Lugo

Volumen 38-I - Año 2026  
Publicación semestral  
Depósito Legal digital: pp198402DC2604  
ISSN Impreso: 0798-9601 (Años 1985/2010)  
ISSN Electrónico: 2343-5836

*Tecnología y Construcción* es una publicación que recoge artículos inscritos dentro del campo de la Arquitectura, la Innovación y el Desarrollo Tecnológico de la Construcción (especialmente: tecnologías constructivas; sistemas de producción; métodos de diseño; análisis de proyectos de arquitectura; requerimientos de habitabilidad y de los usuarios de las edificaciones; equipamiento de las edificaciones; nuevos materiales de construcción, mejoramiento de productos existentes y hallazgo de nuevos usos; aspectos económicos, sociales, históricos y administrativos de la construcción; informática aplicada al diseño y la construcción), así como análisis sobre ciencia y tecnología asociados a los problemas de la I+D+i en el campo de la construcción y la sostenibilidad de los asentamientos humanos. Se incluyen trabajos que resulten de investigaciones originales, proyectos de desarrollo tecnológico, ensayos científicos y revisiones bibliográficas que constituyan un aporte en el campo de la arquitectura y la tecnología de la construcción.

#### Archivo:

##### Repositorio Institucional UCV

[http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_tc/issue/archive](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_tc/issue/archive)

##### Indizada en:

LATINDEX

<http://www.latindex.org/>

REVENCYT

<http://bdigital2.ula.ve/bdigital/index.php/colecciones/revenct>

PERIODICA

<https://www.dgb.unam.mx/index.php/catalogos/bibliografia-latinoamericana/periodica>

SciELO

<http://www2.scielo.org/ve>

##### SERVIDOR Y REDES

saberucv <http://saber.ucv.ve/>

Instagram [https://www.instagram.com/revistatyc\\_idec/?hl=es-la](https://www.instagram.com/revistatyc_idec/?hl=es-la)

<https://www.instagram.com/idecdigital.ucv/?hl=es-la>

<https://www.instagram.com/saberucv/?hl=es>

<https://www.instagram.com/hernandezsantanab/?hl=es-la>

<https://www.instagram.com/argenislugor/?hl=es-la>

Reconocimiento:

[https://www.instagram.com/p/DDMPkacOCVH/?hl=es-la&img\\_index=](https://www.instagram.com/p/DDMPkacOCVH/?hl=es-la&img_index=)

Patrocinante Collectania

<https://doi.org/10.37883/>

## REVISTA TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN

### EQUIPO TÉCNICO EDITORIAL

#### Dra. Beatriz Hernández S.

##### Directora

<https://orcid.org/0009-0006-0187-7543>

[beatriz.hernandez@ucv.ve](mailto:beatriz.hernandez@ucv.ve)

Tel 0058-4-164-544280

#### MSc. Argenis Lugo Director – IDEC, Diseñador y Redes

<https://orcid.org/0009-0008-1915-4110>

[argenis.a.lugo@ucv.ve](mailto:argenis.a.lugo@ucv.ve)

#### Lic. Helena González – Correctora de textos

<https://orcid.org/0009-0005-0933-4781>

[helegon@gmail.com](mailto:helegon@gmail.com)

#### Tec. Sup. Rozana Bentos – Diseñadora Gráfica

<https://orcid.org/0009-0001-7620-1007>

[rozana.bentos@ucv.ve](mailto:rozana.bentos@ucv.ve)

#### Lic. Oriana Silva – Asistente Editorial

<https://orcid.org/0000-0002-4048-4092>

[oriana.m.silva@ucv.ve](mailto:oriana.m.silva@ucv.ve)

### MIEMBROS CONSEJO EDITORIAL

#### Dra. Beatriz Hernández Santana

<https://orcid.org/0009-0006-0187-7543>

Universidad Central de Venezuela,  
Caracas, Venezuela

[beatriz.hernandez@ucv.ve](mailto:beatriz.hernandez@ucv.ve)

#### MSc. Argenis Lugo Ramírez

<https://orcid.org/0009-0008-1915-4110>

Universidad Central de Venezuela,  
Caracas, Venezuela

[argenis.a.lugo@ucv.ve](mailto:argenis.a.lugo@ucv.ve)

#### Dr. Domingo Acosta González

<https://orcid.org/0009-0009-5434-6078>

Universidad Central de Venezuela,  
Caracas, Venezuela

[domingo.acosta10@ucv.ve](mailto:domingo.acosta10@ucv.ve)

#### Dr. Alberto Lovera de Sola

<https://orcid.org/0000-0003-4775-5729>

Universidad Central de Venezuela,  
Caracas, Venezuela

[alberto.lovera@ucv.ve](mailto:alberto.lovera@ucv.ve)

#### Dra. Eugenia Villalobos González

<https://orcid.org/0000-0002-4657-7644>

Universidad Central de Venezuela,  
Caracas, Venezuela

[eugenia.villalobos@ucv.ve](mailto:eugenia.villalobos@ucv.ve)

#### Dr. Fabio Capra-Riveiro

<https://orcid.org/0000-0003-0230-7287>

Louisiana State University,  
Baton Rouge, LA, EEUU

[fribeiro@lsu.edu](mailto:fribeiro@lsu.edu)

#### MSc. Manuel D'Hers del Pozo

<https://orcid.org/0000-0002-5812-2612>

Universitat Rovira i Virgili,  
Tarragona, España

[manuelvicente.dhers@urv.cat](mailto:manuelvicente.dhers@urv.cat)

#### Dra. Mónica Silva Contreras

<https://orcid.org/0000-0002-7565-1479>

Universidad Iberoamericana,  
Ciudad de México, México

[monica.silva@ibero.mx](mailto:monica.silva@ibero.mx)

## INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN IDEC

#### Director

MSc. Arq. Argenis Lugo

#### Investigación

Esp. Arq. Beverly Hernández

#### Docencia

Esp. Ing. Sigfrido Loges

#### Extensión

Dr. Arq. Rafael G. Páez

#### Administración

Econ. Yudith Echenique

### UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

#### Rector

Dr. Víctor Rago Alujas

#### Vicerrectora Académica

Dra. María Fátima Garcés

#### Vicerrector Administrativo

Dr. José Balbino León

#### Secretaría

Dra. Corina Aristimuño

### FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

#### Decano (E)

Dr. Arq. Nedo Paniz

#### Director de la Escuela de Arquitectura

**Carlos Raúl Villanueva**

Arq. Marcos Coronel

#### Director del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción

MSc. Argenis Lugo

#### Directora del Instituto de Urbanismo

MSc. Urb. Nathalie Naranjo

#### Coordinadora de Estudios de Postgrado

Dra. Melin Nava

#### Coordinadora de Docencia

MSc. Glenda Yépez

#### Coordinadora de Investigación

Dra. Alejandra González

#### Coordinadora de Extensión

MSc. Marina Fernández

#### Coordinadora Administrativa

Lic. Milena Urbáez



#### Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción-IDEC.

Facultad de Arquitectura y  
Urbanismo, planta baja.  
Universidad Central de  
Venezuela. Ciudad Universitaria,  
Los Chaguaramos, Caracas 1041-  
A. Venezuela.



@revistatyc\_idec



[rtycucv@gmail.com](mailto:rtycucv@gmail.com)  
[rtyc@ucv.ve](mailto:rtyc@ucv.ve)

[boletinidecpositivo@gmail.com](mailto:boletinidecpositivo@gmail.com)



## EDITORIAL

### Autogestión editorial y arquitectura en Venezuela: una soledad que se impone al desaliento .....06

Dra. Arq. Beatriz Hernández Santana  
Directora Tecnología y Construcción  
<https://orcid.org/0009-0006-0187-7543>

## ARTÍCULOS

### Determinación del tipo de superficie y área de la bóveda del Salón Elíptico del Palacio Federal Legislativo en Caracas, Venezuela *Determination of the type of surface and area of the vault of the elliptical hall of Palacio Federal Legislativo of Caracas (Venezuela)* ..... 14

MSc. Lic. Roberto Linares Santiago  
<https://orcid.org/0009-0001-0376-6146>  
Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Caracas-Venezuela  
Correo-e: rolinsa\_55@hotmail.com

DOI: <https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.1.01>  
Recibido: julio 14/2025 | Aprobado: agosto 29 / 2025 |  
Aceptado: noviembre 06/ 2025

### Método de diseño de mezclas para concreto de alta resistencia con el uso de policarboxilato y microsílíce *Method of design of mixtures for concrete of high strength using polycarboxilate and silica fume* .....30

MSc. Arq. Libia Solangel Mejias Guevara  
<https://orcid.org/0009-0001-4502-0887>  
Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción FAU-UCV  
Correo-e: solangel.mejias@gmail.com

Dr. Ing. Idalberto Águila Arboláez  
<https://orcid.org/0000-0002-6621-9852>  
Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción FAU-UCV  
Correo-e: idalbertoaguila@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.1.02>  
Recibido: agosto 05 /2025 | Aprobado: agosto 23 / 2025 |  
Aceptado: septiembre 24/ 2025

### La persistencia de los campamentos en Chile y las expectativas incumplidas de la política habitacional: el caso de Valparaíso (1990-2019) *The persistence of informal settlements in Chile and the unfulfilled expectations of housing policy: the case of Valparaíso (1990-2019)* ..... 44

Dr. MSc. Soc. Felipe Valenzuela  
Universidad de Playa Ancha, Chile  
<https://orcid.org/0000-0003-0096-9500>  
Correo-e: felipe.valenzuela@upla.cl

DOI: <https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.1.03>  
Recibido: septiembre 09/2025 | Aprobado: octubre 10 / 2025 | Aceptado: octubre 28/ 2025

### Biomateriales para la transición sostenible del sector construcción: dinámica científica, innovación tecnológica y tendencias globales (2015-2024)

### *Biomaterials for the sustainable transition of the construction sector: scientific dynamics, technological innovation, and global trends (2015-2024)*..... 64

Dra. Ing. Gloria Aponte  
<https://orcid.org/0000-0002-1029-8264>  
Correo-e: gapontef@ucab.edu.ve

Ing. Johana Delgado  
<https://orcid.org/0000-0003-2913-1226>  
Correo-e: jodelgad@ucab.edu.ve

Dra. Lic. Beatriz Soledad Rodríguez  
<https://orcid.org/0000-0002-0705-674X>  
Correo-e: bsoledad@ucab.edu.ve

DOI: <https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.1.04>  
Recibido: diciembre 01/2025 |  
Aprobado: enero 23/ 2026 | Aceptado: febrero 24/ 2026

## RESEÑAS

### Metodología en la Autoevaluación de la UCV: el diseño detrás de la acreditación ..... 78

Dra. Teresa Noriega Velásquez  
Directora de Calidad Educativa y Acreditación.  
Vicerrectorado Académico - UCV  
<https://orcid.org/0000-0003-3289-913X>

### Primer Congreso Internacional de Sostenibilidad. Alianza para la Acción Climática y la Sostenibilidad. Caracas, 17 al 20 de marzo 2026 ..... 81

Dra. María Fátima Garcés Da Silva  
Vicerrectora Académica de la Universidad Central de Venezuela  
<https://orcid.org/0000-0002-5113-598X>

Dra. Isabel Andueza  
Coordinadora ejecutiva  
<https://orcid.org/0000-0002-1585-862X>

Esp. Antonio Contreras  
Jefe de Relaciones Institucionales  
<https://orcid.org/0009-0009-9315-3383>

### COLLECTANIA: Praxis, pensamiento y cultura del diseño en Venezuela ..... 88

Denise Miodownik  
Directora  
Jacques Miodownik  
Michele Miodownik de Cotter

### XXX Aniversario COMIR UCV ..... 95

Dra. Mercedes Marrero  
Coordinadora COMIR UCV  
<https://orcid.org/0009-0007-9032-3995>

## EVALUADORES Y ÁRBITROS ..... 98

## NORMAS PARA AUTORES..... 100

# Autogestión editorial y arquitectura en Venezuela: una soledad que se impone al desaliento

**Dra. Arq. Beatriz Hernández Santana**

Directora

<https://orcid.org/0009-0006-0187-7543>

Correo-e: [beatriz.hernandez@ucv.ve](mailto:beatriz.hernandez@ucv.ve)

La revista **Tecnología y Construcción**, editada por el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción-IDEDEC de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela (FAU-UCV), impacta en el país como un pilar fundamental en la difusión de investigación, desarrollo tecnológico y sostenibilidad arquitectónica desde 1985 y se publica a lo largo de estos más de 40 años con el objetivo de promover la innovación en materiales, diseño, habitabilidad y sistemas constructivos, constituyéndose como un referente académico y técnico clave que impulsa la innovación formando a profesionales y difundiendo investigaciones originales que abordan las necesidades de vivienda e infraestructura en el contexto venezolano.

Entre sus principales logros caben destacar:

- **Difusión de I+D:** actúa como plataforma de divulgación para investigaciones sobre tecnologías de construcción, habitabilidad y métodos de diseño, esenciales para el desarrollo técnico del sector.
- **Enfoque en Sostenibilidad y Sociedad:** aborda el impacto social y ambiental de la construcción, promoviendo soluciones habitacionales y urbanas adaptadas al contexto local.
- **Formación Académica y Profesional:** funciona como material de consulta fundamental para los postgrados, sus estudiantes y otros profesionales del área.
- **Actualización Técnica:** incluye estudios sobre informática aplicada, nuevos materiales y métodos constructivos, manteniendo a los ingenieros y arquitectos al día con las tendencias internacionales, adaptadas al contexto venezolano.
- **Revista Arbitrada:** con 40 años de trayectoria, garantiza la calidad científica de sus artículos en el campo de la arquitectura y la tecnología.

## Evaluación según REVENCYT

El Índice de Revistas Venezolanas de Ciencia y Tecnología (REVENCYT), es un sistema venezolano de indización creado en 1990 que evalúa, selecciona y visibiliza publicaciones científicas y académicas de alta calidad. Funciona como repositorio y base de datos de referencia para mejorar el acceso a la producción científica nacional.

Entre sus objetivos principales se encuentran la consolidación y difusión de la producción científica venezolana, mejorando la visibilidad de revistas de calidad. Realizan una valuación rigurosa aplicando parámetros estrictos (metodología vigente desde 2015) para la selección y permanencia de revistas, enfocándose en la gestión editorial, arbitraje, periodicidad y buenas prácticas.

En su estructura, funciona como un índice de citas y repositorio que, junto con el modelo SciELO, facilita la búsqueda de artículos, a menudo a texto completo. Relevancia: Es considerado un referente nacional y a menudo exige que las publicaciones tengan ISSN venezolano y cumplan normas ISO.

Recientemente, según los resultados de la evaluación correspondiente al año 2023 realizada por REVENCYT, la revista **Tecnología y Construcción** obtuvo una puntuación de **49,65** que la posiciona en el lugar 169 del listado general, reflejando su labor en investigación de arquitectura y construcción. Son datos auditados a diciembre 2025 sobre la producción de 2023, desarrollado entre octubre de 2024 y el año 2025, considerando un año completo de producción editorial y evaluando un total de 313 revistas indexadas. Este resultado reafirma:

- La calidad editorial.
- El fortalecimiento de los procesos de revisión por pares.
- La transparencia y ética en la publicación científica.
- La mejora continua conforme a estándares nacionales e internacionales.
- Que la revista haya obtenido en el **ranking** un puntaje superior a 50 puntos.
- Que la revista esté en índices regionales e internacionales tales como Scopus, WOS, Emerging, Redalyc, Latindex, Scielo, entre otros.

### Número de revistas certificadas en el año 2023 por área del conocimiento

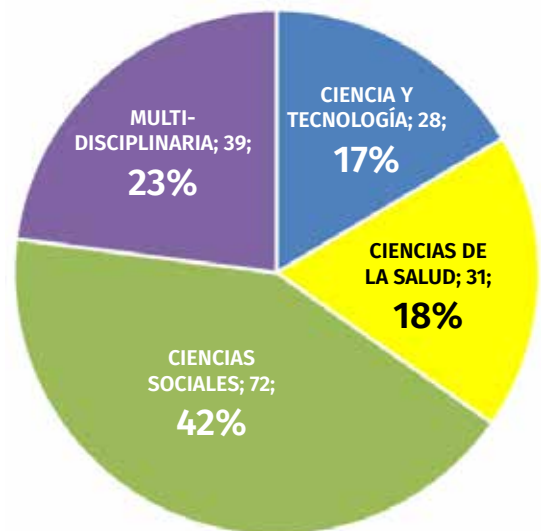
Según la metodología oficial disponible, la revista **Tecnología y Construcción** obtiene la **Certificación REVENCYT**, que con orgullo recibimos, otorgada en virtud de haber cumplido un total de 106 criterios, de los cuales 52 de carácter obligatorio fueron aprobados.

### Las revistas académicas en Venezuela y su realidad actual

Las revistas de investigación en Venezuela enfrentan una crisis severa caracterizada por la paralización, el retraso y la pérdida de financiamiento estatal, situación que afecta su visibilidad internacional.

A pesar del desmantelamiento de la investigación local y la migración del talento local, en Venezuela persisten esfuerzos aislados de universi-

Cuenta de Nombre Revista



Área del conocimiento

- Ciencia y Tecnología
- Ciencias de la Salud
- Ciencias Sociales
- Multidisciplinaria

Fuente: Base de datos REVENCYT 2026.

dades públicas (Universidad Central de Venezuela-UCV, Universidad de los Andes-ULA, Universidad del Zulia-LUZ) por mantener la producción científica mediante el acceso abierto y el trabajo *ad honorem*, según lo menciona la revista *Espacios*. En el caso de **Tecnología y Construcción** solo ha contado con el apoyo de la empresa privada Collectania en los años 2024-2025-2026, como contribución para el pago de servicios de dirección, edición y diagramación. El aporte de esta empresa privada para la revista ha sido muy importante y esencial para mantener la continuidad y visibilidad en el ámbito de la investigación. También la revista actualmente cuenta con la colaboración del Vicerrectorado Académico y el apoyo del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) para el financiamiento del DOI en el año 2025 y se aspira también en 2026. En ambos casos han sido apoyos esenciales para permanecer ininterrumpidamente la publicación semestral de la revista, pero sobre todo da muestras de la importancia que otorgan al tema en cuestión.

### Ambiente investigativo y resultados publicables

Según datos que nos ofrece el portal del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico-CDCH de la Universidad Central de Venezuela (2025), las revistas de investigación venezolanas han experimentado una notable disminución en su impacto mundial debido a una profunda crisis en la producción científica local y la falta de financiamiento estatal, provocando una disminución en su visibilidad internacional. A pesar de esto, algunas revistas logran mantener presencia en bases de datos como Web of Science –aunque menor que en décadas anteriores– y muchas ahora sobreviven gracias a la inclusión de contenidos extranjeros. Catorce revistas científicas venezolanas aparecen regis-

tradas en la Web of Science, uno de los sitios de mayor consulta para las revistas especializadas. En este renglón Venezuela se ubica en el sexto lugar de América Latina, por debajo de Brasil (132 revistas), Chile (45), México (43), Colombia (23) y Argentina (20).

Con una pequeña indagación acerca de cómo se catalogan y desenvuelven las revistas de investigación en otros países de América Latina y Europa, se puede conocer que son apoyadas institucionalmente y económicamente desde sus ministerios de educación porque son las responsables de mostrar y hacer visibles los impactos en investigación, tarea esencial para los investigadores, las universidades y como parte esencial del desarrollo de cada país.



Certificado de REVENCYT entregado a la Revista *Tecnología y Construcción* por haber quedado en el puesto N° 169 del Ranking Nacional.

## Factores clave que podemos destacar en la revista *Tecnología y Construcción*

- **Acceso Abierto (Open Access):** la revista sigue los modelos de acceso gratuito, facilitado por plataformas como OJS (Open Journal Systems), accediendo a través del repositorio institucional SABER UCV: [https://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_tc](https://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_tc)
- **Indexación:** TyC es una publicación científica arbitrada sobre arquitectura y desarrollo tecnológico, indexada en LATINDEX, REVENCYT, PERIODICA y SciELO. Alojada en SABER UCV, se publica semestralmente con enfoque en sostenibilidad, materiales y métodos de diseño.
- **Revista activa sin apoyo estatal:** existe una pérdida casi total de financiamiento por parte del Estado, lo que ha diezclado a los institutos de investigación y ha hecho a la revista vulnerable durante varias décadas, sostenida por autogestión y desarrollándose sin la comprensión y el apoyo necesarios por parte de factores esenciales de su ámbito.

## La inteligencia artificial. Reto inalcanzable o ayuda para las revistas indexadas

Otros de los temas vigentes en las revistas académicas y de investigación de este tiempo es el uso o no de la Inteligencia Artificial. Según Verónica Smink (BBC News Mundo, 2023) desde que se lanzó ChatGPT a finales de noviembre 2022 –el chatbot que usa inteligencia artificial (IA) para responder preguntas o generar textos a pedido de usuarios– este se ha convertido en la aplicación de internet con el crecimiento más rápido de la historia.

En apenas dos meses llegó a tener 100 millones de usuarios activos. La popular app TikTok tardó nueve meses en alcanzar ese hito, e Instagram dos años y medio, según datos de la empresa de monitoreo tecnológico Sensor Town. “En los 20 años que llevamos siguiendo internet, no podemos recordar un incremento más veloz de una aplicación de internet para consumidores”, afirmaron los analistas de UBS, quienes reportaron el récord en febrero.

La masiva popularidad de ChatGPT, desarrollado por la empresa Open AI, con respaldo financiero de Microsoft, ha despertado todo tipo de discusiones y especulaciones sobre el impacto que ya está teniendo y que tendrá en nuestro futuro cercano la inteligencia artificial generativa.

Se trata de la rama de la IA que se dedica a generar contenido original a partir de datos existentes (usualmente sacados de internet) en respuesta a instrucciones de un usuario.

Para la revista *Tecnología y Construcción*, en este tiempo de irrupción de la IA no ha tenido mayores implicaciones sobre su proceso de trabajo.

Los artículos de investigación que se reciben se someten a los tradicionales procesos de revisión que permiten detectar si responden a contenido original, se verifican los créditos académicos de los autores y esto se complementa con los arbitrajes doble ciego que operan como garantía para ofrecer resultados que aporten conocimiento al ámbito y tópicos de la revista. Los logros alcanzados con estos procedimientos adoptados por el Comité Editorial nos alientan a continuar en ello como hasta ahora. En próximos editoriales podremos profundizar en otras alternativas que nos ofrezca la IA y que podremos incorporar en los procesos estadísticos y de revisión temática. Esta temática se seguirá profundizando por las necesarias alertas que deben estar presentes en todos los debates académicos de actualidad nacional. A continuación, se muestra nuestro contenido para este Volumen 38-I.

### Artículos de investigación en este número 38-I (2026)

**Determinación del tipo de superficie y área de la bóveda del Salón Elíptico del Palacio Federal Legislativo en Caracas, Venezuela.** MSc. Lic. *Roberto Linares Santiago.*

Se trata de la determinación de la superficie que contiene la pintura de la Batalla de Carabobo, de Martín Tovar y Tovar, realizada en París sobre grandes lienzos rectangulares que luego –como en un rompecabezas– se adosó a la bóveda del espacio conocido como Salón Elíptico que se encuentra dentro del Palacio Federal Legislativo (también conocido como Capitolio Federal) situado en el centro de la ciudad de Caracas, en la Avenida Universidad, frente a la Plaza Bolívar, y es el espacio más destacado del ala norte, coronado por una cúpula dorada.

La incorporación de este trabajo al acervo de la revista **Tecnología y Construcción** tiene una curiosa historia que se cuenta en la ‘Nota introductoria’ que precede al desarrollo del artículo. Presentado por primera vez para su publicación en 1994, hubo que enfrentar un conjunto de dificultades: algunas técnicas –por no disponer de una infraestructura que facilitara las herramientas adecuadas para el procesamiento digital de la información aquí contenida– y otras que obedecieron a compromisos contraídos por el autor.

**Método de diseño de mezclas para concreto de alta resistencia con el uso de policarboxilato y microsílíce.** MSc. Arq. *Libia Solangel Mejias Guevara* y Dr. Ing. *Idalberto Águila Arboláez*

Investigación sobre concreto de alta resistencia en el contexto venezolano. Se parte de la sustitución de cemento por puzolanas y aditivos superplastificantes, micro sílice y policarboxilato, respectivamente, con el fin de obtener concretos de alta resistencia.

### **La persistencia de los campamentos en Chile y las expectativas incumplidas de la política habitacional: el caso de Valparaíso (1990-2019).**

Dr. Soc. *Felipe Valenzuela*.

Este artículo busca comprender de qué manera las propias limitaciones de la política habitacional de Chile han incidido en la persistencia de los campamentos, específicamente en el periodo comprendido entre 1990 y 2019. Para ello, se estudia el caso del área metropolitana de Valparaíso, cuyos campamentos nunca dejaron de crecer en las últimas décadas.

### **Biomateriales para la transición sostenible del sector construcción: dinámica científica, innovación tecnológica y tendencias globales (2015–2024).**

Dra. Ing. *Gloria Aponte*; Ing. *Johana Delgado*; Dra. *Beatriz Soledad*.

Este estudio analiza la dinámica global de los biomateriales en la construcción (2015-2024), impulsada por la conciencia ambiental y la economía circular. Mediante un análisis bibliométrico y de contenido, la investigación revela un interés científico con una tendencia constante en las solicitudes de patentes.

## **Reseñas contenidas en este número**

Como parte del contenido de este número también se ofrece nuestra habitual sección de Reseñas con interesante información sobre recientes eventos de interés para nuestro ámbito académico y profesional así como para lectores afines.

### **Metodología en la autoevaluación de la UCV: el diseño detrás de la acreditación.**

Se detalla cómo se desarrolló en noviembre de 2025 el proceso para la Evaluación de la Investigación y la Educación Superior por parte del Alto Consejo Francés (Hcéres). Se trata de la autoridad pública independiente francesa encargada de evaluar todas las instituciones de educación superior, las carreras, las unidades de investigación, así como los organismos de investigación en Francia. En esta oportunidad tres universidades venezolanas, una pública y dos privadas fueron acreditadas: Universidad Central de Venezuela (UCV), Universidad Católica Andrés Bello (UCAB) y Universidad Metropolitana (UNIMET). Los beneficios principales acreditados incluyen la excelencia en docencia e investigación, gobernanza estratégica, impacto social, internacionalización, movilidad académica y mejora continua.

### **Primer Congreso Internacional de Sostenibilidad 2026.**

Celebrado en los espacios de la Ciudad Universitaria de Caracas, sede principal de la Universidad Central de Venezuela, se consolidó como el

evento científico y académico más relevante de la región en materia ambiental. Durante tres días la Universidad Central de Venezuela (UCV), junto a la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), la Universidad Metropolitana (UNIMET) y la Embajada de Francia, lideraron un espacio de diálogo transdisciplinar que integró a 1.500 participantes y 340 trabajos de investigación que mostraron una amplia variedad de ejes temáticos tales como: Ecología política y ética ambiental; Ecología y resiliencia climática; Educación ambiental para la sostenibilidad y participación ciudadana; Innovación social y tecnológica; Justicia ambiental y territorial.

#### **COLLECTANIA: Praxis, Pensamiento y Cultura del Diseño en Venezuela.**

Ofrece una síntesis de la cronología institucional de Collectania, entendida como el resultado de una evolución orgánica donde convergen como vertientes fundamentales su raíz de origen francés y una vida de entrega incondicional al contexto venezolano. De la mano de su directora, Denise Miodownik, esta narrativa da cuenta de una profunda imbricación de saberes, poniendo su vasta experiencia al servicio de la academia.

#### **XXX Aniversario COMIR UCV.**

El Programa Coordinado para la Mitigación de Riesgos (COMIR UCV) celebró 30 años de labor ininterrumpida en diciembre de 2025. Durante tres décadas, ha consolidado una visión institucional sistémica que sirve como plataforma de articulación dentro de la Universidad Central de Venezuela para la Gestión Integral de Riesgos (GIR), cuya misión fundamental es impulsar un cambio cultural en el que la comunidad universitaria actúe como agente de desarrollo y promotor de la calidad de vida frente a desastres socio naturales. A tres décadas de su fundación, el COMIR UCV reafirma su compromiso como el pilar preventivo de la 'Casa que vence la sombra'. Con su labor no solo ha salvaguardado la infraestructura y el patrimonio, sino que ha sembrado una semilla de resiliencia en cada miembro de la comunidad, garantizando que la excelencia académica camine siempre de la mano con una cultura de seguridad y prevención para las futuras generaciones.

No podemos cerrar la invitación a la lectura de la revista sin expresar nuestro agradecimiento al Vicerrectorado Académico de la Universidad Central de Venezuela, bajo la gestión de la Dra. María Fátima Garcés, por el apoyo institucional brindado. Asimismo, reconocemos la invaluable labor del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH-UCV), representado por su directora, la Dra. María Rodríguez, y su subdirector, el Prof. Carlos Saavedra. Finalmente, agradecemos al equipo del Repositorio Institucional Saber UCV, en especial a Israel Gil, por su asesoría técnica y atención constante en la gestión de los identificadores DOI de nuestra publicación así como el acompañamiento de la página saberucv, sitio de alojamiento de la revista y la producción académica de la UCV.

Expresamos igualmente nuestro agradecimiento a Collectania, institución baluarte del diseño y el mobiliario de alta gama en Venezuela desde su fundación en 1998. Su trayectoria no solo representa la excelencia estética, sino también un compromiso inquebrantable con el desarrollo cultural y académico del país. Hacemos extensiva esta gratitud a su equipo profesional y, de manera especial, a sus directores: Denise Miodownik –cuya gestión trasciende la dirección empresarial para convertirse en una figura fundamental del mecenazgo artístico y liderazgo, a través de los ‘Diálogos en Collectania’ que ha consolidado un espacio de pensamiento crítico y vanguardia, esencial para la difusión de las tendencias contemporáneas en arquitectura y diseño–, y a Jacques Miodownik y Michele Miodownik de Cotter quienes con su visión estratégica en la gestión técnica aseguran la calidad excepcional de la firma.

Finalmente, agradecemos el apoyo de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, a su Decano, el Dr. Javier Caricatto (recientemente fallecido), a la profesora Marina Fernández (Coordinadora de Extensión). Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento al IDEC, nuestra sede, y con ello al profesor Argenis Lugo (Director) y al equipo operativo de la Revista, Helena, Rozana, Oriana y Argenis quienes trabajan con compromiso, mística y pasión en el engranaje indetenible para lograr publicar cada número de TyC.

El Comité Editorial expresa su más profundo agradecimiento a nuestro cuerpo de árbitros, quienes de forma voluntaria y desinteresada aportan su conocimiento, experiencia y valiosas horas de trabajo *ad honorem* para elevar la calidad científica de cada artículo publicado. Su labor silenciosa es el pilar que sostiene el rigor de nuestra revista.

En esta ocasión, cerramos este volumen con una profunda nota de duelo ante la inesperada partida de uno de los evaluadores de este número, el Profesor Benjamín Martín. Su lamentable fallecimiento deja un vacío invaluable en nuestra comunidad académica, pero nos queda el honor de haber contado con su rigor intelectual y su generosa entrega en esta, su última colaboración con nosotros.

Extendemos nuestras más sinceras condolencias a sus familiares, colegas y seres queridos ante esta irreparable pérdida.

A nuestra casa y a todo su personal, muchas gracias.

## Determinación del tipo de superficie y área de la bóveda del Salón Elíptico del Palacio Federal Legislativo\* en Caracas, Venezuela

### *Determination of the type of surface and area of the vault of the elliptical hall of Palacio Federal Legislativo of Caracas (Venezuela)*

MSc. Lic. Roberto Linares Santiago

<https://orcid.org/0009-0001-0376-6146>

Correo-e: rolinsa\_55@hotmail.com

Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Caracas-Venezuela

DOI: <https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.1.01>

Recibido: Julio 14/2025 | Aprobado agosto 29 / 2025 |

Aceptado noviembre, 06/ 2025



\*Edificio conocido como Capitolio Federal, fue inaugurado en 1877 por el presidente Antonio Guzmán Blanco e históricamente fue la sede del Congreso que pasó a llamarse Asamblea Nacional en el año 2000.

#### Resumen

La medición de la superficie de la bóveda del Salón Elíptico, se basó en una técnica no tradicional. Para ello se utilizaron simultáneamente dos láseres de baja potencia, tanto para el vértice cupulina de la bóveda, como para el tipo de superficie y las longitudes de los semiejes principales de la misma, y se procedió de la siguiente manera: en primer lugar fueron determinados los ángulos de elevación de los puntos correspondientes a la cupulina del salón para conocer las longitudes de los semiejes; el semieje vertical  $b$  midió 6,57 m; y los semiejes horizontales  $a$  y  $c$  midieron 6,92 m y 13,05 m respectivamente, mientras que la altura  $h$  a la que se encuentra la cupulina fue calculada en, aproximadamente, 15,92 m. A continuación, con los valores anteriores se procedió a determinar si el tipo de superficie correspondía en realidad a un elipsoide de revolución cuyo eje principal es horizontal y luego, para calcular el área, se empleó la ecuación exacta de la superficie del semi-elipsoide y su resultado se contrastó con el obtenido por integración numérica por el método de Romberg para calcular el área por la forma integral, cuyo valor fue, aproximadamente, de 476,76 m<sup>2</sup>.

#### Descriptores

Cálculos de la superficie de la bóveda del Salón Elíptico; matemática aplicada.

#### Abstract

*The measurement of the surface of the vault of the Elliptical Hall was based on a non-traditional technique. To this end, two low-power lasers were used simultaneously, both for the cupola vertex of the vault, as well as the type of surface and the lengths of the main semi-axes of the same, and we proceeded as follows: first, the elevation angles of the points corresponding to the dome of the room were determined to know the lengths of the semi-axes; the semi-vertical axis  $b$  measured 6.57 m; and the horizontal semi-axis  $a$  and  $c$  measured 6.92 m and 13.05 m respectively, while the height  $h$  at which the cupola is located was approximately 15.92 m, second: with the above values it was determined if the type of surface actually corresponded to an ellipsoid of revolution whose main axis is horizontal; and third: to calculate the area, the exact equation of the surface of the semi-ellipsoid was used, and its result was contrasted with that obtained by numerical integration by the Romberg method to calculate the area by the integral form, whose value was approximately 476.76 m<sup>2</sup>.*

#### Descriptors

*Dome Surface calculations of Elliptical Hall; applied mathematics.*

## Nota de presentación

La incorporación de este trabajo al acervo de la revista *Tecnología y Construcción* tiene una curiosa historia. Presentado por primera vez para su publicación en 1994, hubo que enfrentar un conjunto de dificultades –algunas técnicas, por no disponer de una infraestructura que facilitara las herramientas adecuadas para el procesamiento digital de la información aquí contenida–, y otras que obedecieron a compromisos contraídos por el autor.

La pintura de la Batalla de Carabobo, de Martín Tovar y Tovar, fue realizada en París sobre grandes lienzos rectangulares que luego –como en un rompecabezas– se adosó a la bóveda del espacio conocido como Salón Elíptico.

El origen de esta investigación se encuentra en una solicitud recibida por el autor de parte de los profesionales que se iban a encargar de la restauración de la pintura, Eduardo Remolina T. y María T. Moreno de Remolina, conocidos por su experiencia como restauradores en el Museo del Prado de Madrid, quienes antes de comprometerse con el trabajo requerían conocer la dimensión exacta de la superficie a restaurar, información que no aparece en los planos originales de la edificación, que datan de la época de la presidencia de Antonio Guzmán Blanco, entre los años 1884 y 1888. Por ese motivo, los restauradores se vieron en la necesidad de recurrir a diferentes especialistas del campo de la ingeniería y la arquitectura para contrastar distintas mediciones realizadas con técnicas diferentes. Así, cuando en agosto de 1990 fueron presentados al Congreso los resultados obtenidos por los distintos especialistas, éste fue seleccionado como el de mejor nivel técnico.

Más tarde, una vez conocidos los cálculos, sugirieron al autor hacer diligencias para viajar a Madrid y presentarlo ante la Cámara de Aparejadores de Madrid. Después recibiría también la invitación para hacer la presentación correspondiente en el Colegio Oficial de Arquitectos

de Madrid y en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

El tiempo transcurrió con el material guardado en archivo hasta que a finales de 2025 el autor nos visitó de nuevo aportando una nueva revisión y toda la información digitalizada, que aquí presentamos.

Revista ***Tecnología y Construcción***

***Batalla de Carabobo***, pintura al óleo de Martín Tovar y Tovar (realizada en París entre 1885-1887). El montaje de la obra se hizo bajo la supervisión del artista en el Salón Elíptico del Capitolio, inaugurado el 28 de octubre de 1888.



Fuente: <https://culturizando.com/pintura-batalla-de-carabobo/>



cie. En tal sentido, se vieron en la necesidad de recurrir a diferentes especialistas del campo de la ingeniería y la arquitectura para contrastar las distintas mediciones realizadas con técnicas diversas, para determinar la superficie de la bóveda del Salón Elíptico donde se encuentra la pintura que Martín Tovar y Tovar.

Como información anecdótica vale la pena señalar que esa pintura fue realizada en París sobre grandes lienzos rectangulares que fueron luego adosados a la bóveda en forma de rompecabezas entre los años 1884 y 1888. Su costo fue de 400.000 bolívares, cantidad que representó, aproximadamente, el 1,5% del presupuesto del Estado venezolano de aquel entonces. La pintura original tiene una superficie aproximada de  $476 \pm 9\%$  m<sup>2</sup> y, según los restauradores, esta dimensión haría de ella una de las pinturas murales en óleo sobre bóveda de mayor superficie en el mundo.

Para su cálculo se utilizó, por primera vez, una técnica no tradicional pues fueron empleados simultáneamente dos láseres de baja potencia, tanto para determinar el *vértice capulina* del Salón como el tipo de superficie y las longitudes de sus semiejes principales. Para ello, se determinaron los ángulos de elevación de los puntos correspondientes a los semiejes y a la *cupulina* del salón; el *semieje horizontal menor a* mide  $6,92 \pm 5,8\%$  m, el *semieje horizontal mayor c* mide 13,05 m, el *semieje vertical b* mide  $6,57 \pm 9,1\%$  m, y la *altura h* a la que está la *capulina* es, aproximadamente, de  $15,92 \pm 0,6\%$  m. Luego, con los valores anteriores se procedió a determinar si el tipo de superficie correspondía en realidad a un elipsoide de revolución cuyo eje principal es horizontal. Para ello se realizaron las mediciones correspondientes, con las que deberían estudiarse las condiciones de la *cónica* y para lo cual fue necesario hacer, a escala, una reconstrucción tomando tres puntos adicionales del plano longitudinal que pasa por la *cupulina*, corroborándose, de esta manera, que la bóveda es un elipsoide casi perfecto. A continuación, para calcular el área, se empleó la ecuación exacta de la superficie del

*semi-elipsoide*, y su resultado se contrastó con el obtenido por integración numérica, por el método de Romberg. La descripción del tratamiento teórico, la metodología y los resultados a los que se arribó con esta técnica se presenta a continuación.

### Tratamiento teórico

La elipse es una figura de importantes propiedades geométricas y físicas tanto en el universo como en la arquitectura dadas sus manifestaciones en las órbitas de los planetas y las múltiples aplicaciones tecnológicas y arquitectónicas. En esta última aplicación es en la que se basa nuestro estudio, pues en la arquitectura se habla de *“galerías del murmullo”*. Al respecto Protter y Morrey (1980) señalan que *“las galerías del murmullo son de forma elipsoidal; donde una señal, bien sea de luz, sonido u otro tipo de onda que tenga su frente en uno de los focos de la elipse, todas las ondas reflejadas en su superficie interna pasarán por el otro foco”* (pp.776-777). Y, en efecto, éste es el caso del Salón Elíptico en el Salón Federal del Congreso de Venezuela. Al respecto, y a título de información teórica se hará una descripción de los elementos geométricos a corroborar en la investigación.

#### Definición 1.

**Elipse.** Según Lehmann (1984) “elipse es el lugar geométrico de un punto que se mueve en un plano de tal manera que la suma de las distancias a dos puntos fijos del mismo plano es siempre igual a una constante, mayor que la distancias entre los dos puntos. Los dos puntos fijos F y F' se llaman *“focos de la elipse”* (p. 172). Según Marín (1965), “la elipse es el lugar geométrico de los puntos de un plano cuya suma de distancias a dos puntos fijos del mismo plano, F y F', denominados focos, es constante, y siendo M(x, y) un punto del lugar, donde 2a es la suma constante y 2c es la *distancia focal*; donde las coordenadas cartesianas de los *radios vectores r y p* del punto M(x,y) (p. 159) son, respectivamente”:

$$r^2 = \overline{F'M}^2 = (x + c)^2 + y^2 \quad (\text{Ec. 1})$$

$$\rho^2 = \overline{FM}^2 = (x - c)^2 + y^2 \quad (\text{Ec.1a})$$

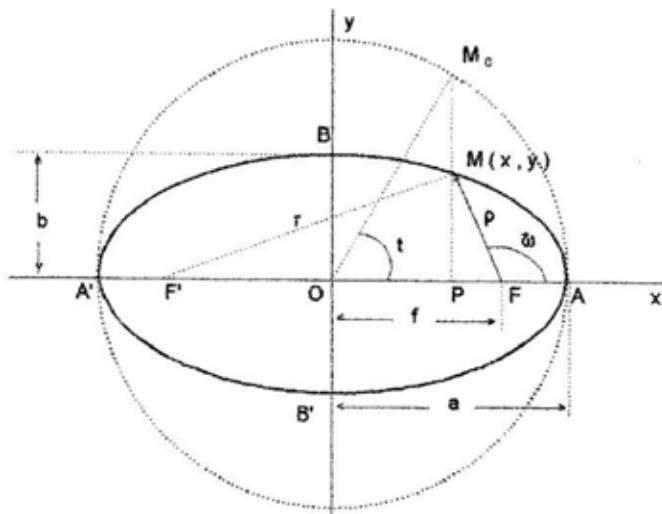
Ahora bien: la elipse pertenece a la familia de las cónicas expresadas en forma general por la siguiente ecuación:

$$\rho = \frac{p}{1 + e \cos \omega} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde  $\rho$  es el *radio areolar*,  $p$  es el *parámetro de la cónica*,  $e$  la *excentricidad* y  $\omega$  el *ángulo areolar*.

Particularmente, para el problema que nos ocupa, que es el de la elipse y su derivado cuerpo de revolución, es decir, el elipsoide, donde  $\rho$  y  $p$  toman los valores  $p=b^2/a$  y  $p=a-ex$ , respectivamente, mientras que la excentricidad  $e=f/a$ , nos da el *grado de achatamiento* de la elipse, y en el caso de que  $e$  sea muy próximo a 1 la elipse tiende a una circunferencia; pero si es menor que 1, entonces la elipse tiende a achatarse. En el gráfico 1 se muestra una elipse en el plano de proyección XY.

Gráfico 1. Elipse en el plano de proyección XY mostrando los radios vectores  $r$  y  $p$



En primera instancia, en una elipse, la suma de los radios vectores  $r$  y  $\rho$  es constante y está dada por:

$$r + \rho = 2a \quad (\text{Ec. 3})$$

La distancia focal está dada por:

$$FF' = 2f \quad (\text{Ec. 4})$$

La *excentricidad* de la elipse, respecto al círculo externo de radio  $a$ , está definida por:

$$e = \frac{f}{a} \quad (\text{Ec. 5})$$

mientras que un segundo parámetro identificado por  $t$ , denominado *anomalía excéntrica*, permite probar que la elipse es una *curva unicursal*, es decir, según Marín (1965, pp. 160 y 150), las coordenadas cartesianas de cualquiera de sus puntos se pueden expresar como funciones racionales de cierto parámetro, que en el caso de la elipse está dado por:

$$\lambda = \text{tg} \left( \frac{t}{2} \right) \quad (\text{Ec. 6})$$

Ahora bien, en Proter y Morrey (1980, p. 263) se demuestra que los radio vectores  $r = \overline{OM}$  y  $\rho = \overline{FM}$ , se pueden expresar a partir de sus coordenadas cartesianas (Ec. 1) por las siguientes ecuaciones:

$$r = a + ex \quad \rho = a - ex \quad (\text{Ec. 7})$$

En particular, cuando es  $x = f$ ,  $\rho$  es perpendicular al *eje focal* y toma el valor  $a-ef$ , y se hace igual al parámetro  $p$  de la elipse, por consiguiente:

$$p = a - ef = a - \frac{f^2}{a} \frac{a^2 - f^2}{a} = \frac{b^2}{a} \quad (\text{Ec.8})$$

Por cuanto de la Ec. 8 resulta que la expresión para la *semi-longitud focal*  $f$ , puede expresarse por:

$$f^2 = a^2 - b^2 \quad (\text{Ec. 9})$$

donde  $b$  es el *eje menor de la elipse* o radio de la circunferencia interior de la elipse. Pero dado que la excentricidad está definida por  $e = f/a$ , entonces:

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} \quad (\text{Ec. 10})$$

De esta forma se conoce la excentricidad dadas las distancias de los semiejes  $a$  y  $b$  y así se podrá saber qué tan achatada puede ser la elipse generadora del elipsoide. Por último, obtendremos la ecuación de la elipse, que es una ecuación de segundo grado. Para tal fin son diversos los procedimientos geométricos y algebraicos que se pueden seguir. Para los efectos y propósitos del trabajo tomaremos la vía de las *ecuaciones paramétricas*, como puede verse en Lehmann (1984, p. 271) (gráfico 2).

La elipse en el plano de proyección  $XY$  con circunferencias de radios  $a$  y  $b$  es recorrida por el punto  $M(x, y)$ , el cual se mueve de acuerdo con la rotación de la recta  $l$  en torno al centro  $O$  de la elipse y tomaremos como parámetro al ángulo  $t$ . Ahora bien: de los triángulos rectángulos  $OM_0P$  y  $OBD$ , resultan las coordenadas para  $x$  y  $y$  como se dan en las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} x &= \overline{OP} = \overline{OM_0} \cos t = a \cos t \\ y &= \overline{PM} = \overline{DB} = \overline{OB} \sin t = b \sin t \end{aligned} \quad (\text{Ec. 10a})$$

Por tanto, las ecuaciones paramétricas del punto  $M(x, y)$  son:

$$x = a \cos t ; \quad y = b \sin t \quad (\text{Ec. 11})$$

Eliminando el *ángulo excéntrico*  $t$  de la Ec.11 se obtiene la ecuación rectangular:

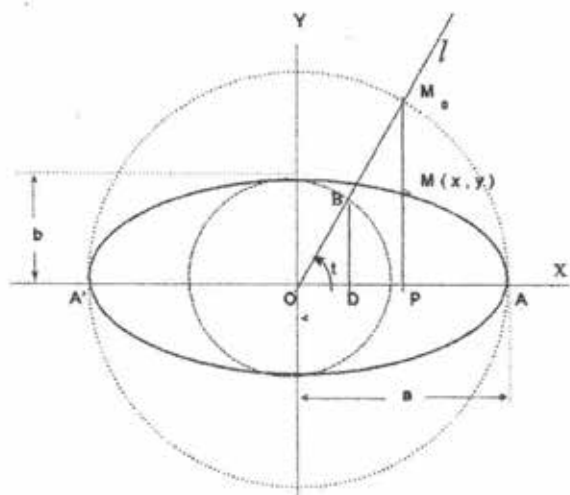
$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad (\text{Ec. 12})$$

De manera similar, una elipse en el plano  $YZ$  tendrá excentricidad:

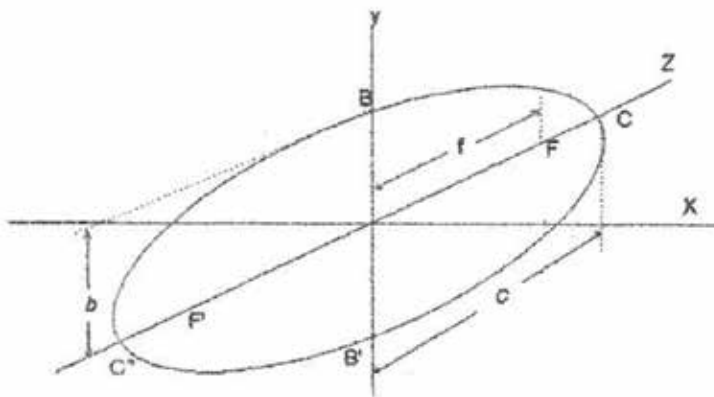
$$e^2 = 1 - \frac{b^2}{c^2} \quad (\text{Ec. 13})$$

En nuestro caso particular hemos tomado en el eje  $Z$  el *semieje mayor*  $c$ , y en el eje  $Y$  el *semieje vertical*  $b$  como se muestra en el gráfico 3. En este caso particular, la *semi longitud focal* está dada por:

**Gráfico 2.** Elipse en el plano de proyección XY con circunferencias de radios  $a$  y  $b$



**Gráfico 3.** Elipse en el plano de proyección ZY



$$f^2 = c^2 - b^2 \tag{Ec. 14}$$

Y cuya ecuación paramétrica o ecuación reducida en coordenadas cartesianas, estará dada por:

$$\frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1 \tag{Ec.15}$$

**Definición 2.**

**Elipsoide de revolución.** Se conoce por *elipsoide de revolución* al sólido cónico que tiene la siguiente ecuación:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1 \tag{Ec.16}$$

donde **a, b y c** son tres constantes (Marín, 1965, p.297; Lehmann,1984, p. 428). Ahora bien: si en la forma *canónica* dada por Ec. 16, la terna de parámetros **a, b, y c** son diferentes, el elipsoide se denomina *escaleno* y las *ecuaciones paramétricas* de la superficie serán:

$$r = a (\text{sen } u \text{ cos } v), y = b (\text{sen } u \text{ sen } v), z = c \text{ cos } u \tag{Ec. 17}$$

Según Marín (1965), se cumplen tres condiciones:

1) si **a = b**, el *elipsoide es de revolución* respecto del eje **z**. en cuyo caso la ecuación canónica es:

$$\frac{x^2 + y^2}{a^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1 \tag{Ec.18}$$

2) cuando **a > c**, el *elipsoide es achatado* o *esferoide* con excentricidad:

$$e^2 = \frac{a^2 - c^2}{a^2} \tag{Ec.19}$$

3) cuando **a < c**, el *elipsoide es alargado* con excentricidad:

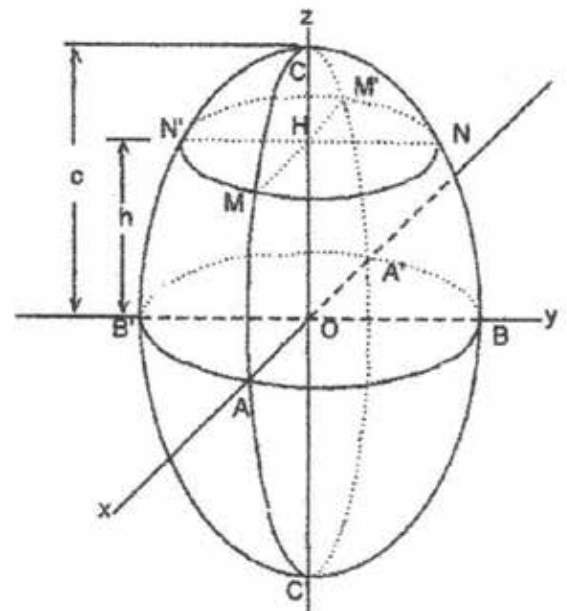
$$e^2 = 1 - \frac{a^2}{c^2} \tag{Ec.20}$$

y, en ambos casos, el elipsoide está engendrado por la elipse meridiana (Marín, pp. 298-299 y p. 628).

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1 \tag{Ec.21}$$

En el contexto del problema que nos ocupa, los elementos geométricos necesarios son los siguientes: los planos de coordenadas, los ejes coordenados y el origen o centro del sólido de revolución. En el gráfico 4 se muestra un *elipsoide alargado* en la dirección **Z**.

**Gráfico 4.** Elipsoide alargado de revolución en torno al eje Z



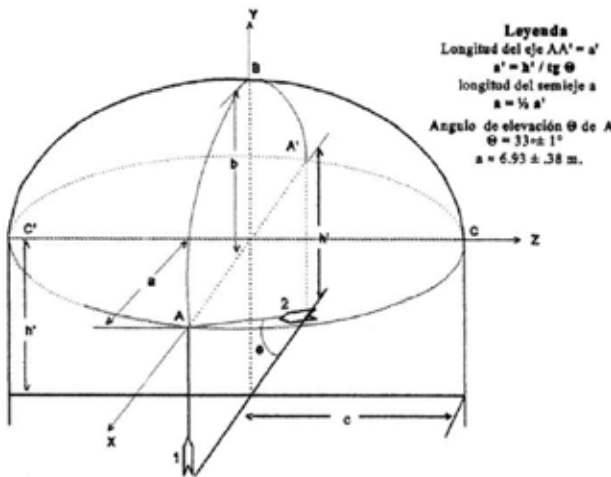
En el *elipsoide alargado de revolución* en tomo al eje Z las intersecciones de la superficie con los planos principales **XOZ, YOZ y XOY**



luz que incidía desde el centro del eje, cuyo valor fue de  $h = (15,92 \pm ,10)$  metros y, de acuerdo, a este resultado se determinó la longitud del *semieje vertical* de la siguiente manera:

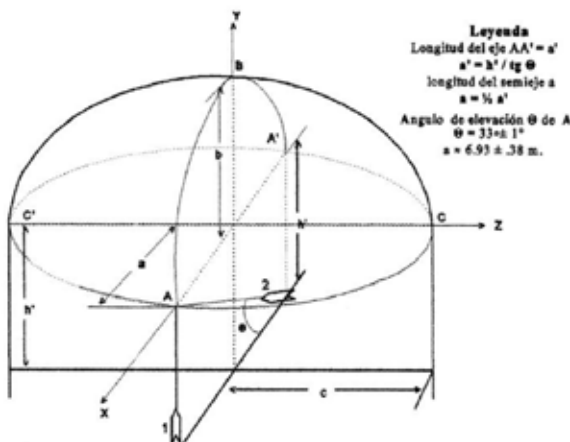
$$b = h - h' = (6,57 \pm 0,61) \text{ m}$$

**Gráfico 6.** Determinación de la altura  $h$  o distancia a la *cupulina* del elipsoide y la longitud del semi eje vertical  $b$  de la bóveda



3. Para la determinación del *semi eje mayor horizontal*  $a$ , se localizaron los puntos A y A' sobre la elipse, usando el láser en la forma indicada en el gráfico 7. Seguidamente, una vez

**Gráfico 7.** Determinación de la longitud del *semi eje horizontal*  $a$  de la bóveda



hecha la incidencia sobre el punto A, se determinaron los puntos referenciales de sus proyecciones y se midió el ángulo  $\theta$  que formaba el rayo del láser 2 y según los valores obtenidos para diferentes ángulos, la longitud del semi eje menor fue:

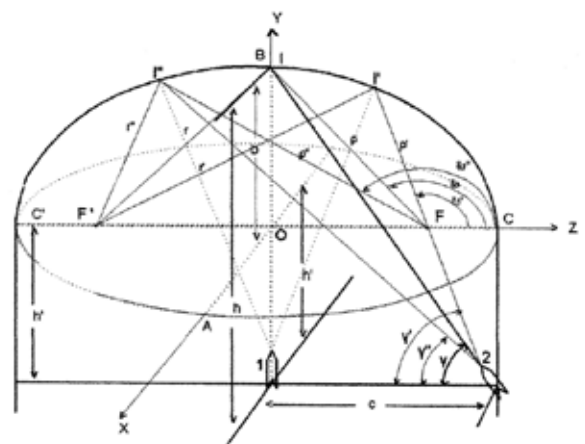
$$a = (6,93 \pm 0,39) \text{ metros}$$

### Determinación del tipo de superficie de la bóveda

Para la determinación del tipo de superficie se tomaron tres puntos de la *semi-elipse meridiana vertical*  $CBC'$  cuya curva pasa por la *cupulina*  $B$  como se indica en el gráfico 8.

Para este fin se tomaron los ángulos  $\gamma, \gamma'$  y  $\gamma''$  correspondientes a los puntos  $I, I'$  e  $I''$  de la curva. Y haciendo una reconstrucción a escala 1:100 se obtuvieron los *ángulos areolares*  $\omega, \omega'$  y  $\omega''$  para los *radios vectores*  $\rho, \rho'$  y  $\rho''$  de la cónica correspondiente, resultando así –como se observa en el gráfico 8– las distancias  $r$  y  $\rho$  que permiten conocer la condición de la elipse dada por la Ec. 3. Así pues, la *elipse meridiana vertical*, resultante de los valores mostrados en el gráfico 8, tiene según la Ec. 13 una excentricidad igual a:

**Gráfico 8.** Muestra el procedimiento seguido para determinar  $I, I'$  e  $I''$



$$e = \frac{\sqrt{c^2 - b^2}}{c} = 0,85 \pm 0,02$$

y el valor del parámetro de cónica según la Ec. 8 es el siguiente:

$$p = \frac{b^2}{c} = 3.669 \pm 0.03$$

Por cuanto ahora, en virtud de los ángulos areolares  $\omega$  y los valores de  $e$  y  $p$ , se pueden contrastar los valores empíricos de  $p$  con los valores teóricos de  $p$ , obtenidos mediante la ecuación Ec. 2, tal que para dichos valores se comprueba que se cumple la condición de la elipse dada por la Ec. 3. Además, con los valores de  $e$  y  $p$  se corrobora que la elipse meridiana es poco achatada, y las curvas de las secciones transversales son, consecuentemente, semi-circunferencias ya que  $a \cong b$ .

En consecuencia, como  $c > a$ ,  $c > b$  y  $a \cong b$ , se puede inferir que la bóveda del Salón Elíptico es un elipsoide de revolución alargado, donde sus dos ejes menores son, aproximadamente, iguales y la cónica meridiana es una elipse, con su eje mayor, colineal al eje OZ.

### Ecuaciones para el cálculo del área

Dado que  $a \cong b$ , las variables  $x$ ,  $z$  e  $y$  de la meridiana horizontal expresadas en término de las ecuaciones paramétricas estarán dadas (según Marín, 1965, p. 628) por:

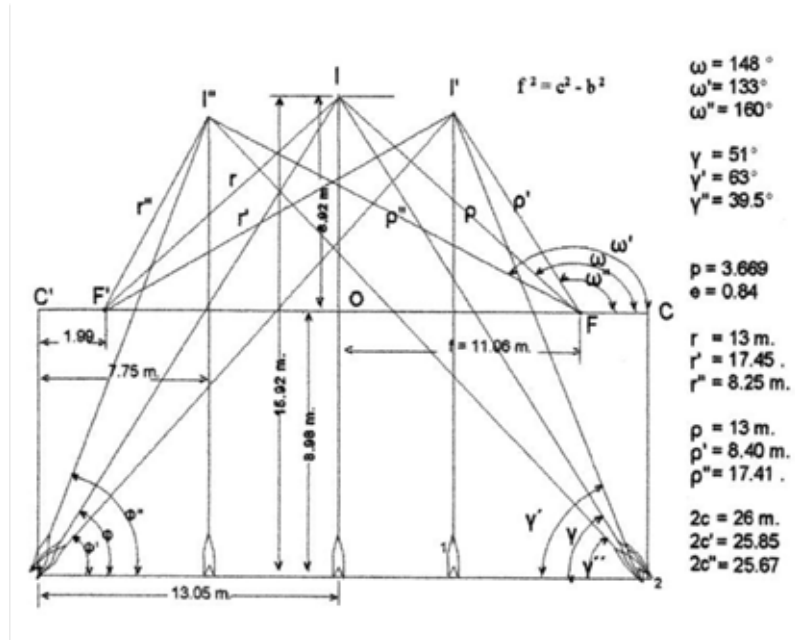
$$x = a \cos u, y = 0, z = c \cos u \quad (\text{Ec. 25})$$

pero sabiendo que  $a < b$ , entonces:

$$e^2 = 1 - \frac{a^2}{c^2} \quad (\text{Ec. 26})$$

Y la *superficie* del *semi-elipsoide* estará expresada por la siguiente integral:

Gráfico 9. Reconstrucción de las medidas de la elipse en el plano meridional vertical



$$S'(a) = 2\pi a c \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos u \sqrt{1 - (e \operatorname{sen} u)^2} du = 2\pi a c I_1 \quad (\text{Ec. 27})$$

donde  $\pi a c$  es la superficie plana de la *elipse meridiana*, mientras que  $I_1$  es la *integral elíptica* de segunda especie.

Haciendo, ahora el cambio de variable después de ciertas operaciones algebraicas se obtiene la ecuación exacta para la superficie del elipsoide de revolución dada por:

$$S(a) = \frac{\pi a c \times \operatorname{arcsen} e}{e} + \pi a^2 \quad (\text{Ec. 28})$$

Expresión que da el valor exacto de la superficie del *semi-elipsoide* como puede verse también en Granville et al. (1978, pp. 294 y 341) y Brand (1966, p. 463). Estos dos últimos autores difieren de Marín en la orientación de los ejes coordenados y, por consiguiente, en la Ec. 27, el factor  $\cos u$  lo cambian por  $\operatorname{sen} u$ .

**Ecuación para el cálculo del perímetro**

Por último, la longitud del *arco total o perímetro* de la *elipse meridiana* estará dada según Marín (1965, p. 178) por la siguiente expresión:

$$P = c \int_0^{2\pi} \sqrt{1 - (e \operatorname{sen} u)^2} du \quad (\text{Ec. 29})$$

donde el integrando es una *integral elíptica de segunda especie* (Marín, p. 178).

**Resultados**

Inicialmente los cálculos matemáticos y estadísticos fueron realizados con los módulos de matemáticas y estadísticas de la calculadora 41CV, pero posteriormente corroborados con los paquetes de Mathcad 7.0 y SPSS 7.5. Así, para el cálculo del área de la bóveda se utilizó la Ec.

28, y para contrastar los resultados obtenidos por dicha ecuación con los de la integral elíptica dada por la Ec. 27 se utilizó la integración numérica de Romberg.

Los resultados a los que se arribó son el producto de un exhaustivo estudio de las mediciones con sus respectivos errores sistemáticos provenientes de la dificultad que presentó el decorado que bordea la línea de la elipse meridiana horizontal.

En lo referente a los ángulos medidos con transportadores de precisión, se consideró un error de un grado (1°) en todas las mediciones en las que se utilizaron los láseres.

Para calcular el área del elipsoide se recurrió en primera instancia, a la expresión exacta dada por la Ec. 28, con la que se obtuvieron cada uno de los valores asentados en el cuadro 1 y de todos ellos resultó el siguiente valor:

$$S (476,76 \pm 9\%) \text{ m}^2$$

**Cuadro 1.** Se muestran los valores de los ángulos  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\theta$  para los semiejes a, b y c con los correspondientes valores de las superficies

		$\beta_1=49$			$\beta_2=50$			$\beta_3=51$		
		$\theta_1=32$	$\theta_2=33$	$\theta_3=34$	$\theta_1=32$	$\theta_2=33$	$\theta_3=34$	$\theta_1=32$	$\theta_2=33$	$\theta_3=34$
Eje b	$\alpha_1=18$	$b_1=6.53$	$b_2=6.53$	$b_3=6.53$	$b_4=7.07$	$b_5=7.07$	$b_6=7.07$	$b_7=7.64$	$b_8=7.64$	$b_9=7.64$
	$\alpha_2=19$	$b_{10}=6.03$	$b_{11}=6.03$	$b_{12}=6.03$	$b_{13}=6.57$	$b_{14}=6.57$	$b_{15}=6.57$	$b_{16}=7.13$	$b_{17}=7.13$	$b_{18}=7.13$
	$\alpha_3=20$	$b_{19}=5.51$	$b_{20}=5.51$	$b_{21}=5.51$	$b_{22}=6.05$	$b_{23}=6.05$	$b_{24}=6.05$	$b_{25}=6.62$	$b_{26}=6.62$	$b_{27}=6.62$
eje a	$\alpha_1=18$	$a_1=6.79$	$a_2=6.53$	$a_3=6.29$	$a_4=6.79$	$a_5=6.53$	$a_6=6.29$	$a_7=6.79$	$a_8=6.53$	$a_9=6.29$
	$\alpha_2=19$	$a_{10}=7.19$	$a_{11}=6.92$	$a_{12}=6.66$	$a_{13}=7.19$	$a_{14}=6.92$	$a_{15}=6.66$	$a_{16}=7.19$	$a_{17}=6.92$	$a_{18}=6.66$
	$\alpha_3=20$	$a_{19}=7.60$	$a_{20}=7.31$	$a_{21}=7.04$	$a_{22}=7.60$	$a_{23}=7.31$	$a_{24}=7.04$	$a_{25}=7.60$	$a_{26}=7.31$	$a_{27}=7.04$
Superficie $S(b)$		$S_1=478.5$	$S_2=457.6$	$S_3=438.6$	$S_4=478.5$	$S_5=457.6$	$S_6=438.6$	$S_7=478.5$	$S_8=457.6$	$S_9=438.6$
		$S_{10}=511.1$	$S_{11}=489.0$	$S_{12}=468.0$	$S_{13}=511.1$	$S_{14}=489.0$	$S_{15}=468.0$	$S_{16}=511.1$	$S_{17}=489.0$	$S_{18}=468.0$
		$S_{19}=545.3$	$S_{20}=521.1$	$S_{21}=498.8$	$S_{22}=545.3$	$S_{23}=521.0$	$S_{24}=498.8$	$S_{25}=545.3$	$S_{26}=521.0$	$S_{27}=498.8$
Superficie $S(a)$		$S_1=475.6$	$S_2=475.6$	$S_3=475.6$	$S_4=501.3$	$S_5=501.3$	$S_6=501.3$	$S_7=548.6$	$S_8=547.6$	$S_9=548.6$
		$S_{10}=418.2$	$S_{11}=418.2$	$S_{12}=418.2$	$S_{13}=460.8$	$S_{14}=460.8$	$S_{15}=460.8$	$S_{16}=506.2$	$S_{17}=506.2$	$S_{18}=506.2$
		$S_{19}=378.2$	$S_{20}=378.2$	$S_{21}=378.2$	$S_{22}=419.8$	$S_{23}=419.8$	$S_{24}=419.8$	$S_{25}=464.8$	$S_{26}=464.8$	$S_{27}=464.8$

Fuente: elaboración propia.

En segundo lugar, el área se determinó por integración numérica según el método de Romberg (Mathcad Plus 5.0, p. 225; véase también Mathcad 8, p.164) para los mismos valores de  $\mathbf{a}$ ,  $\mathbf{b}$  y  $\mathbf{c}$ , y se obtuvieron los mismos resultados como se puede apreciar en los cuadros 2 y 3.

Ahora bien: si consideramos la media como el valor más probable estadísticamente, entonces el área de la bóveda podría estar alrededor de los 477 m<sup>2</sup>, resultado que los restauradores consideraron razonable. El cuadro 1 de doble entrada compuesta que se muestra a continuación, contiene los ángulos a partir de los cuales se obtienen las medidas de los semiejes principales; en el cálculo del *semieje vertical b* intervienen los errores cometidos en la medición de los ángulos  $\alpha$  y  $\beta$ , mientras que para el cálculo del *semieje menor horizontal a* intervienen los errores cometidos en el ángulo  $\alpha$  y  $\theta$ ,

dada la dificultad de medir directamente sobre su proyección en el piso del salón, además de la propagación de cierto error debido al hecho de que el eje  $\mathbf{a}$  se calculó en función de los 54 valores de la superficie  $\mathbf{S}$  dados en el cuadro 1, se contrastaron con los 54 valores obtenidos de 6 cuadros del mismo tipo de los cuadros 2 y 3 de doble entrada compuesta.

Para el cálculo del área de la superficie por integración numérica se usó la Ec. 27. Es de hacer notar que, para simplificar el cálculo, se observó que las matrices 3x3 del eje  $\mathbf{b}$  correspondientes a los ángulos son iguales columna a columna, pero diferentes matriz a matriz, y por esta razón se construyeron los cuadros iguales al cuadro 2. En cambio, para el eje  $\mathbf{a}$  las matrices 3x3 son iguales para  $\beta$  y por esta razón se construyeron cuadros iguales al cuadro 3. En este caso particular se muestran los cálculos

**Cuadro 2.** Muestra los valores de los ejes b y c, la excentricidad e2, la integral Ii y las superficies S'(b)

$b$										
$c$	$e^2$	6.53	6.03	5.51	7.07	6.57	6.05	7.64	7.13	6.62
	$I_i$									
13.05		.75	.79	.82	.71	.75	.76	.66	.70	.74
		.85	.85	.84	.87	.86	.85	.88	.87	.86
$2\pi b.c.I_i$		457.53	418.21	378.2	501.28	460.82	419.77	548.62	506.2	464.82

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 3.** Muestra los valores de los ejes a y c, la excentricidad e2, la integral Ii y las superficies S'(a)

$a$										
$c$	$e^2$	6.79	6.53	6.29	7.19	6.92	6.66	7.60	7.31	7.04
	$I_i$									
13.05		.72	.75	.77	.70	.72	.74	.66	.69	.71
		.86	.86	.85	.87	.86	.86	.87	.87	.86
$2\pi a.c.I_i$		478.50	457.63	438.59	511.14	489.04	468.03	545.26	521.05	498.82

Fuente: elaboración propia.

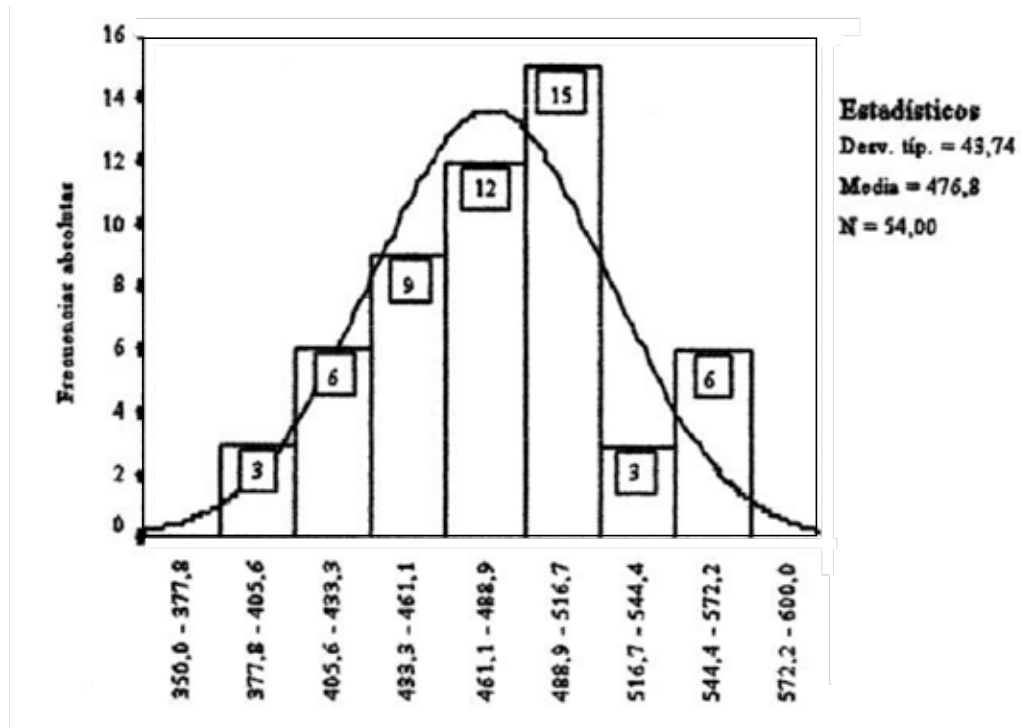
de  $S'$  para los valores de  $b$  y  $a$  del cuadro 1 en virtud de las ternas  $(\alpha_p, \theta_p, \beta_1)$ ;  $(\alpha_2, \theta_p, \beta_1)$  y  $(\alpha_3, \theta_p, \beta_1)$ . Las tres ternas siguientes serían las correspondientes a  $(\alpha_p, \theta_p, \beta_2)$ ,  $(\alpha_2, \theta_p, \beta_2)$  y  $(\alpha_3, \theta_p, \beta_2)$  y después las ternas  $(\alpha_p, \theta_p, \beta_3)$ ,  $(\alpha_2, \theta_p, \beta_3)$  y  $(\alpha_3, \theta_p, \beta_3)$ , y así sucesivamente se obtienen las restantes ternas. Al respecto, resultan 3 cuadros iguales al cuadro 2, y procediendo similarmente para los valores del eje  $a$  resultan 3 cuadros más como el cuadro 3. En dichos cuadros se muestran tanto los valores de  $c$ ,  $b$ ,  $e^2$ , los valores del integrando  $I_i$  y los de la superficie  $S'$ . Inicialmente, los cálculos se realizaron con la calculadora HP 41CV creando subrutinas para el integrando de la Ec. 27 acoplables al módulo de matemáticas; pero posteriormente se comprobaron con el paquete Mathcad 7.0, con el que la parte entera resultó ser igual para todos, pero

la parte decimal difirió en algunos casos, dada la exactitud del método de Romberg.

El tratamiento estadístico fue realizado con el programa SPSS 6.1 y 7.5, y para efecto de la contrastación, se utilizó el modelo normal para contrastar la distribución empírica (histograma) de los 54 valores de la superficie  $S(a)$  y  $S(b) = 2\pi \cdot a \cdot c \cdot I_i$ , asentados en el cuadro 1, con el modelo probabilístico normal o gaussiano (campana de Gauss) como se puede apreciar en el gráfico 10.

Para probar el ajuste entre los valores empíricos y los predichos por el modelo normal, se utilizó el modelo  $\chi^2$  (chi cuadrado) que, en nuestro caso particular, se tomó para  $\alpha = 0.05 = (5\%)$  y el número de grados de libertad ( $r = k - m - 1$ ) se tomó igual a 6, ya que, el número de intervalos ( $k$ ) en consideración es 9, y el número

Gráfico 10. Contrastación teórico empírica contrastada. Histograma y gaussiana.



ro de parámetros ( $\mathbf{m}$ ) es 2 (*la media* y la *desviación típica*).

Para determinar las *frecuencias absolutas* teóricas  $\mathbf{v}_i$  predichas por el modelo gaussiano se procedió según Linares (1994, pp. 35-40), y resultaron ser para 9 clases los siguientes valores 1, 2, 7, 13, 16, 14, 8, 3, y 1 respectivamente, con los valores teóricos  $\mathbf{v}_i$  y los empíricos  $\mathbf{n}_i$ —mostrados en las etiquetas del histograma—, el  $\chi^2$  empírico, según la expresión de Pearson dada por:

$$\chi^2_{emp.} = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i}$$

resulta, en virtud de los valores antes mencionados, igual a  $\chi^2 = 12,57$ , mientras que para 5% y  $r = 9$  dio un valor de 12,59, con lo cual:

$$\chi^2_{emp.} < \chi^2_{teó.}$$

y, por tanto, puede afirmarse que la distribución empírica se ajusta al modelo normal, luego los estadísticos de dicha muestra son razonablemente aceptables. Como complemento de confirmación de esta aseveración se exploraron los valores de la muestra con el modelo de cajas de Tukey para conocer los valores atípicos y la homogeneidad de la muestra  $\mathbf{S}$  y, a su vez, compararlos con los de muestra  $\mathbf{S}'$ . Es conveniente aclarar que el diagrama de cajas de Tukey, aunque se considera una representación semigráfica para mostrar y señalar los posibles datos atípicos, es también útil para conocer algunas características de la distribución. Este modelo está basado en el primer grupo de la familia de los centiles posicionales o percentiles o sea el grupo de los cuartiles, que dividen la muestra en cuatro partes aproximadamente iguales, donde el primer cuartil ( $X_{.25}$ ) es, por definición, el percentil de posición a partir del cual el 25% de los valores de la muestra son menores o iguales que él; el segundo cuartil es la media-

na ( $X_{.50}$ ) y el tercero ( $X_{.75}$ ), a partir del cual el 75% de los valores son menores o iguales que él. Estas medidas son conocidas como las *bisagras de Tukey*. Toda la familia de los centiles, se basan en los datos ordenados para construir medidas de dispersión, como es el caso de la *amplitud intercuartílica o recorrido intercuartílico* ( $\Delta$ ), que es la diferencia,  $X_{.75} - X_{.25} = \Delta$ . Especialmente para el modelo de cajas, los límites admisibles superior e inferior, se calculan por las siguientes relaciones:

$$l_s = X_{.75} + 1.5 \Delta$$

$$l_i = X_{.25} - 1.5 \Delta$$

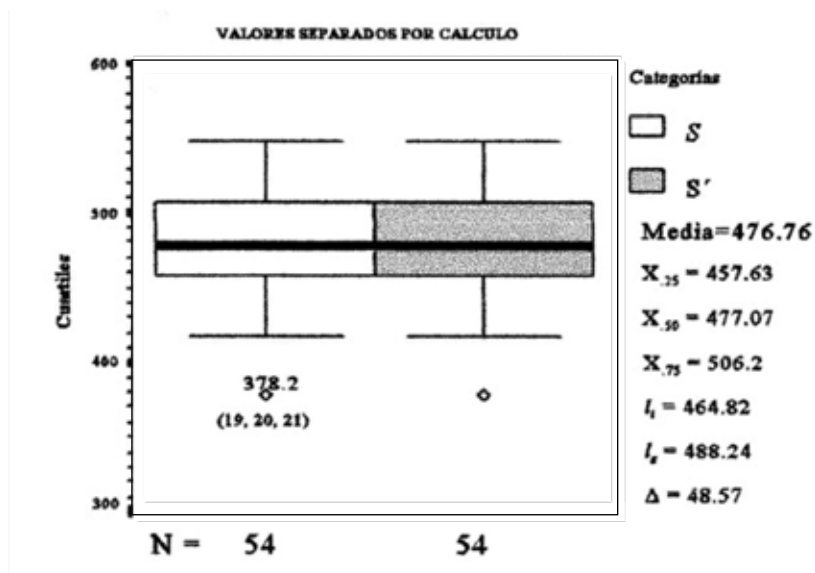
Así pues, toda observación ubicada fuera de estos límites o del intervalo definido por estos límites es considerada atípica. Una razón de peso para utilizar las *medidas de posición* es que la *mediana*  $X_{.50}$  como *medida de centralización* y el *recorrido intercuartílico*  $\Delta$  como *medida de dispersión*, al depender del orden de los datos y no de su magnitud, influyen poco en los valores que resulten atípicos. Por ejemplo, una circunstancia frecuente está en la transcripción de los datos y en este caso, al cometer dos o tres errores de transcripción, la *media* y la *desviación típica* pueden llegar a cambiar mucho, pero su influencia sobre la *mediana* y los *cuartiles* sería pequeña. Por consiguiente, si hay una pequeña fracción de valores atípicos en la muestra, los *cuartiles* variarán poco y pueden ayudarnos para identificar cuáles son los valores extremos, en cambio, si llegasen a presentarse muchos valores atípicos, entonces la *media* se alejará de la *mediana*, pero en la dirección de estos valores extremos. El caso nuestro, como puede verse en el gráfico 11, sólo presenta tres valores atípicos menores que el *extremo inferior*  $l_i$ , que son el 19, 20 y 21 del cuadro I, y todos son iguales a 378,2 m<sup>2</sup>. El resto de los valores están dentro los límites establecidos por el modelo, donde la *media* y la *mediana* están próximas entre sí, como pue-

de verse en el gráfico 11 por esto la muestra se puede considerar bastante homogénea como se puede apreciar en el gráfico 12.

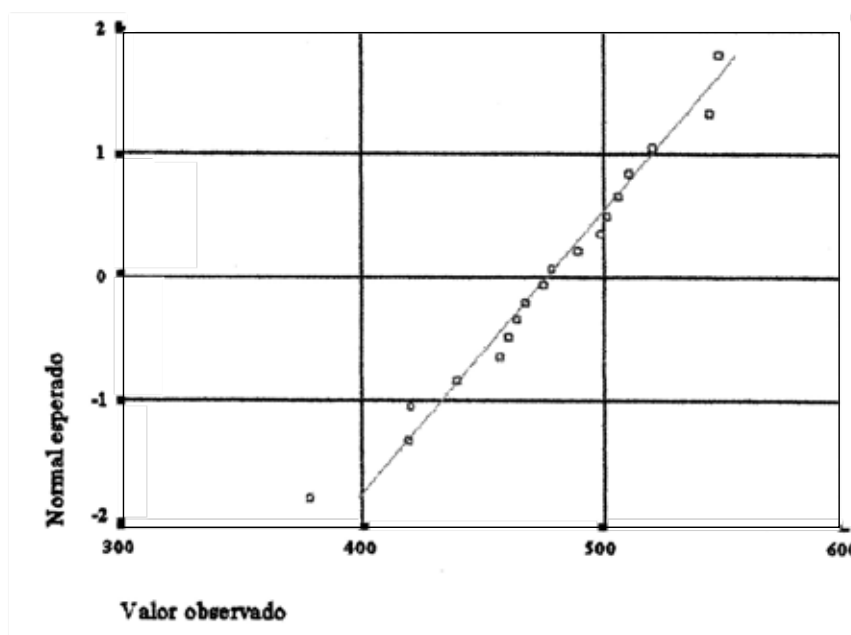
Para los valores de la **muestra S'**, iguales a los de los cuadros 2 y 3, el caso es exactamente el mismo que el de la **muestra S** como se puede apreciar en el gráfico 12.

También se utilizaron otras pruebas exploratorias de normalidad, como por ejemplo la **prueba de normalidad** Q-Q, donde se puede apreciar la linealidad entre los valores de la muestra y la **línea de normalidad** Q-Q, tal cual se muestra en el gráfico 12.

**Gráfico 11.** Contrastación de los valores S y S' con el modelo de Tukey



**Gráfico 12.** Muestra el ajuste lineal en la prueba de normalidad Q-Q para  $S \cong S'$



Finalmente se consideró el intervalo de confianza para la media al 95% y dio el siguiente valor:

$$(464,82; 488,7) \text{ m}^2$$

por lo cual, la *media recortada* al 5% fue de **478,24 m<sup>2</sup>** que resulta de eliminar el 5% de los valores por encima y por debajo de los extremos del *intervalo de confianza*, valor que es mayor en una unidad que el sugerido de **476,76 m<sup>2</sup>**.

### Discusión de los resultados

Las limitaciones para obtener una mejor aproximación al valor real de la superficie estuvo, sin lugar a dudas, en el decorado que cubre las lámparas de iluminación de la pintura, pues cuando se apuntaba con el haz rasante al borde

del decorado, se cometía un error hacia arriba de un grado; en cambio cuando se apuntaba a la parte inferior del decorado no se podía ver donde comenzaba la pintura y, por consiguiente, se consideraba un error hacia abajo de un grado respecto al ángulo de elevación del láser, por estas razones es que se tomaron variaciones de un grado en los *ángulos de elevación*. Luego, si la *perimetral de la elipse*, dada por la ecuación Ec. 29, mide aproximadamente 64 metros, entonces una franja de 28 cm de ancho tendría unos 18 m<sup>2</sup> de superficie, resultado que se obtiene al cambiar en la Ec. 27 el límite  $\pi/2$  por  $\pi/100 = 2^\circ$ , de ahí que el error estándar no haya sido inferior a 9%, pues de haber podido precisar con mayor exactitud los límites del decorado, nuestros resultados hubiesen tenido una distribución posiblemente más *leptocúrtica*.

### Referencias bibliográficas

- Brand, L. (1966). *Cálculo avanzado*. 2ª ed. Ed. Continental. México.
- Granville, W.A.; Smith, P. y Longley, R. (1978). *Cálculo diferencial e integral*. UTEHA, Barcelona.
- Lehmann, Ch. (1984). *Geometría analítica*. 6ª ed. Ed. Limusa. México.
- Linares S., R. (1994). *Prácticas de Laboratorio de física. Guía de referencia*. Ed. Imprenta IPC, Caracas.
- Marín T., J.A. (1965). *Ampliación de matemáticas para técnicos*. 7ª ed. Ed. SAETA, Madrid.
- Mathcad Plus 5. *User's guide Mathsoft*. Massachusetts. USA.
- Mathsoft Mathcad 8 (1999). *Manual del usuario*. Ed. ANAYA. Madrid.
- Peña, D. (1995). *Estadística. Modelos y métodos*. 1 fundamentos. 2ª ed. Ed. Alianza Universidad Textos. Madrid.
- Protter, M., y Morrey, C. (1980). *Cálculo con geometría analítica*. 2ª Ed. Fondo Educativo Interamericano. México.
- Snedecor, G. W and Cochran, W. G. (1967). *Statistical Methods*. The Iowa State University Press.
- Visauta V., B. (1997). *Análisis estadístico con SPSS para Windows*. McGraw Hill, Madrid.

## Método de diseño de mezclas para concreto de alta resistencia con el uso de policarboxilato y microsílíce

### *Method of design of mixtures for concrete of high strength using polycarboxilate and silica fume*

**MSc. Arq. Libia Solangel Mejias Guevara**

<https://orcid.org/0009-0001-4502-0887>

Correo-e: [solangel.mejias@gmail.com](mailto:solangel.mejias@gmail.com)

**Dr. Ing. Idalberto Águila Arboláez**

<https://orcid.org/0000-0002-6621-9852>

Correo-e: [idalbertoaguila@gmail.com](mailto:idalbertoaguila@gmail.com)

---

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción  
FAU-UCV

DOI: <https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.1.02>

Recibido: agosto 05 /2025 | Aprobado: agosto 23 / 2025 |

Aceptado: septiembre, 24/ 2025

#### Resumen

Como parte de una investigación sobre concreto de alta resistencia en el contexto venezolano, se presenta este artículo que propone un método de diseño de mezclas para este tipo de concreto. Se parte de la sustitución de cemento por puzolanas y aditivos superplastificantes, microsílíce y policarboxilato respectivamente, con el fin de obtener concretos de alta resistencia. Se comienza con un análisis de diferentes métodos de diseño de mezclas de concreto convencional, así como de algunos procedimientos para la obtención de concretos de alta resistencia. De ese análisis se detectan limitaciones para lograr diseños de concretos de alta resistencia en las condiciones de Venezuela y se propone un método, relativamente sencillo y confiable, que permita su empleo generalizado. Se trata de una secuencia de pasos similares a otros métodos utilizados en concretos tradicionales, pero incorpora un procedimiento gráfico novedoso para determinar el contenido de agua y el porcentaje de superplastificante en función del asentamiento. El método está sustentado por ensayos de laboratorio que validan su funcionamiento. Se desarrolla un ejemplo para verificar su aplicabilidad, con lo cual se concluye que el mismo resuelve los requerimientos del diseño de mezclas para un concreto de alta resistencia.

#### Descriptores

Concreto de alta resistencia; diseño de mezclas; superplastificante; microsílíce; policarboxilato.

#### Abstract

*As part of a research project on high strength concrete, this article proposes a mix design method for this type of concrete in the Venezuelan context. The starting point is the replacement of cement with pozzolans and superplasticizing additives; silica fume and polycarboxylate respectively, to obtain high-strength concretes. It begins with an analysis of different conventional concrete mix design methods, as well as some procedures for obtaining high-strength concrete. This analysis reveals limitations in achieving high-strength concrete designs under Venezuelan conditions, and a relatively simple and reliable method is proposed to allow for its widespread use. This is a sequence of steps like other methods used in traditional concrete, but it incorporates a novel graphical procedure to determine the water content and the percentage of superplasticizer based on the slump. The method is supported by laboratory tests that validate its operation. An example is developed to verify its applicability, leading to the conclusion that it meets the requirements of mix design for high-strength concrete.*

#### Descriptors

High strength concrete, dosage, superplasticizer, silica fume, polycarboxylate.

El Comité del ACI 363.2R-98 del año 1998, en la “Guía para el Control de Calidad y Ensayos de Concreto de Alta Resistencia”, define al concreto de alta resistencia como aquel que tiene una resistencia a la compresión mayor a 420 kgf/cm<sup>2</sup> (41,19 MPa), y que no incluye concretos hechos con materiales o técnicas específicas, como: concreto de polímero impregnado, concreto epóxico, o concreto hecho con agregado artificial.

La producción, uso e investigación del concreto de alta resistencia ha crecido considerablemente en el mundo. Su utilización ha permitido la construcción de edificaciones y otras estructuras que con concreto tradicional resultarían imposibles. Es usual que, de manera empírica, a partir de la experiencia y realizando pruebas de laboratorio, se lleguen a establecer las proporciones en que se deben combinar los diferentes materiales para la obtención de la mezcla de concreto deseada. Sin embargo, sobre todo cuando no se cuenta con suficiente experiencia o pruebas previas, ofrece mayor confianza y es más riguroso, utilizar algún método de dosificación conocido, que conduzca a lograr el concreto previsto. En la actualidad no existe un método de diseño de mezclas, adecuado a las condiciones de Venezuela y que se pueda utilizar, de manera generalizada, para la elaboración de concretos de alta resistencia. Sin embargo, en el ámbito internacional, existen diferentes procedimientos desarrollados por algunos investigadores que han permitido definir los pasos necesarios para obtener estos concretos. También existen diversos métodos mucho más generalizados pero enfocados en la obtención de concretos tradicionales. Tras un análisis de métodos como los de Bolomey (Gorchakov, 1984 en biblió 1981); Porrero et al. (2012), ACI 211.4R (1998), Aitcin (2004) y O’Reilly (2007), se detecta que todos presentan limitaciones para ser utilizados de forma generalizada para concreto de alta resistencia en las condiciones de Venezuela. En esta investigación, basándonos en las experiencias previas, se propone un método relativamente sencillo, en el que se

combinan procedimientos gráficos y matemáticos con un mínimo de ensayos de laboratorio, para obtener un diseño de mezcla suficientemente preciso y reproducible.

### Métodos de dosificación estudiados

En este punto se aporta lo más resaltante sobre los métodos estudiados en la propuesta de dosificación del concreto de alta resistencia.

#### Método de Bolomey (Gorchakov, 1984).

Bolomey plantea una ecuación general para la determinación de la resistencia del concreto, considerando la calidad del agregado como influencia en la resistencia final del concreto que es  $R_{cr} = B_1 \times R_c (c/a \pm 0,5)$ . Para concretos con mayores resistencias preparados con una relación  $c/a > 2,5$  se emplea la siguiente ecuación:

$$R_{cr} = B_1 \times R_c (c/a + 0,5), \text{ donde:}$$

$R_{cr}$  —————> Resistencia del concreto

$R_c$  —————> Resistencia del cemento

$B_1$  —————> Característica del agregado

$c/a$  —————> Relación cemento/agua

La dependencia entre la resistencia del concreto y el valor de la relación cemento/agua expresada con la expresión pasada es una curva, por lo que, para fines prácticos esta curva es sustituida por dos rectas, es decir, dos ecuaciones, una para concreto tradicional con relaciones de cemento/agua  $(c/a) = 1,4-2,5$ ; y la otra para concreto de alta resistencia con  $c/a = > 2,5$  (Gorchakov, 1984). En esta ecuación,  $B_1$  como coeficiente de las características de los agregados, tiene agregados de alta calidad  $B_1 = 0,43$  y agregados ordinarios  $B_1 = 0,40$ .

Este método de diseño de mezcla no es para concreto de alta resistencia porque no considera el uso de puzolanas, aditivos y contenido de aire. Se destaca en este método la ecuación de la resistencia del cemento a utilizar para determinar la relación de  $a/c$ , y el factor del agregado para concretos de alta resistencia, pudiendo ser este un punto de partida significativo para garantizar la resistencia a compresión del material.

### **Método de Porrero et al. (2012)**

Es un método para concreto tradicional y utiliza tablas, ábacos y gráficos con valores producto de investigaciones durante muchos años. Además, en los procedimientos no considera el cálculo de la dosis de supeplastificante. Para calcular los agregados de la mezcla, se determina la proporción de los agregados por un procedimiento gráfico o de forma analítica de acuerdo con las necesidades de la mezcla que se requiera, siendo un proceso minucioso porque da importancia a las limitaciones granulométricas que el mismo autor recomienda.

### **Método ACI 211.4R- 93 (1998)**

Este es un método lineal, y es el resultado de investigaciones y fundamentos de trabajos experimentales de Abrams, Richard Talbot, Goldbeck y Gray (Giraldo, 2004) y de empresas constructoras que han ejecutado proyectos utilizando materiales de alta calidad, dentro de Estados Unidos. Gracias a estos resultados, se elaboraron tablas referenciales con datos que son utilizados para la toma de decisiones para el desarrollo de mezclas de concreto de alta resistencia.

Las condiciones de las experiencias de los ensayos de empresas con este método son diferentes a la realidad venezolana. Además, el método no tiene la flexibilidad de manejar valores de asentamiento, contenido de agua y porcentaje de superplastificante al mismo tiempo.

### **Método de Aitcin (2004)**

El método de Aitcin (2004) está diseñado para concreto de alta resistencia, y recomienda realizar ensayos de laboratorio previos para conocer la mejor sustitución de cemento por alguna adición, relación a/mc y dosis de superplastificante. De no conocer estos valores, el método presenta los parámetros necesarios para su determinación, obtenidos a partir de su experiencia práctica y de ensayos de laboratorio.

Los parámetros de este método son representados a través de una serie de ábacos que no pueden ser aplicados directamente al contexto venezolano, porque las condiciones expe-

rimentales y la calidad de los materiales son diferentes. Los ábacos de este método no relacionan más de dos variables referidos a trabajabilidad, economía y resistencia del material.

### **Método de O'Reilly (2007)**

El procedimiento propuesto por Vitervo O'Reilly es para concreto tradicional, y da preponderancia a la forma de las partículas del agregado grueso, tanto para calcular la resistencia del concreto en función de la relación agua/cemento (Ley de Abrams), como para obtener la proporción en que se deben mezclar los agregados finos y gruesos. El método consiste en tomar fotos de partículas de agregados para realizar un estudio físico-matemático de su forma y obtener a partir de allí el valor de la característica A de los agregados en una cantera específica. El valor obtenido para una cantera se utiliza para futuras producciones siempre que no cambien las materias primas o los equipos de esta.

Los trabajos experimentales de O'Reilly proponen que, cuando no se conoce la característica A, se siga un procedimiento experimental, el cual consiste en determinar la combinación de agregados que posea un menor porcentaje de vacío al ser mezclados y compactados. Propone fijar cinco combinaciones diferentes de agregados fino:grueso con los siguientes valores: 35:65, 40:60, 45:55, 50:50, y 55:45. Mediante pruebas de laboratorio y expresiones matemáticas se obtiene, para cada agregado por separado y para los agregados resultantes de cada una de las cinco combinaciones anteriores, el Peso Específico Corriente y el Peso Unitario Compacto. Con estos valores se determina el Porcentaje de Vacío de cada combinación y se selecciona la que tenga el porcentaje de vacío menor.

### **Estudios experimentales previos a la aplicación del método propuesto**

En este punto se muestran las definiciones sobre la proporción cemento:microsílice y los límites del contenido de agua y porcentaje de

superplastificante que son datos de base para el desarrollo del método propuesto.

**1. Definición de la proporción cemento: microsílíce.** En una investigación previa estos autores determinaron, mediante ensayos de laboratorio, que la mejor proporción cemento: microsílíce es 80:20, logrando una resistencia a la compresión a los 28 días de 793 kgf/cm<sup>2</sup>. La relación a/mc utilizada fue de 0,35 y se requirieron 11,6 L/m<sup>3</sup> de polycarboxilato para lograr la consistencia adecuada. Sin embargo, también se logró un buen resultado para la combinación 85:15, que con una relación a/mc igual (0,35) y menos polycarboxilato (10,2 L/m<sup>3</sup>) se logró una resistencia a compresión de 743 kgf/cm<sup>2</sup>. El concreto, en este caso tiene un poco menos resistencia, pero resulta más económico con la reducción del microsílíce y del polycarboxilato (Mejías y Águila, 2018).

Es importante destacar en este punto, que la resistencia del cemento (mezcla patrón) utilizada en la investigación de Mejías y Águila (2018) es de 442 kgf/cm<sup>2</sup> a los 28 días, lo que influye significativamente en los resultados de la resistencia a compresión del material cementante obtenida.

**2. Definición de los límites del contenido de agua y porcentaje de superplastificante.** Para determinar los rangos de los parámetros del contenido de agua y porcentaje de superplastificante, se realizaron 28 ensayos de laboratorio. En estos ensayos también se determinaron otras características de las mezclas como el asentamiento y la resistencia a la compresión, que son claves para el diseño y la elaboración de concreto de alta resistencia.

Las normas aplicadas para realizar las mezclas de concreto son la norma COVENIN 339:2003 y COVENIN 354:2001, y posteriormente el ensayo para la elaboración, curado y ensayo a compresión de probetas cilíndricas de concreto según la norma COVENIN 338:2002. A continuación, se especifican los materiales utilizados:

- Agua: agua potable de la red de la zona de experimentación.
- Agregados: el agregado grueso fue donado por la Fábrica Nacional de Cementos.

S.A.C.A. (FNC). El agregado fino proviene del establecimiento comercial CAMPI Ferretería, C.A.

- Cemento Portland Tipo I: Corporación Socialista del Cemento, S.A. (CSC), en formato de saco de 42,5 Kg.
- Microsílíce: el proveedor de este material fue la empresa nacional TECNOCONCRET, y se despachó en sacos de 22,7 kg bajo el nombre comercial SILICA FUME.
- Polycarboxilato: se obtuvo por medio de la empresa Sika Venezuela bajo la denominación comercial Sika® Viscocrete®-1078, reductor de agua de alto rango, superplastificante.

En el cuadro 1, se muestra un listado de 29 mezclas donde se definen los límites de contenido de agua y porcentaje de polycarboxilato, que luego son utilizados en el gráfico para la determinación del contenido de agua y porcentaje de superplastificante en función del asentamiento del método propuesto en esta investigación. Para lograr tal definición de límites de estas variables, se inician los ensayos con la referencia de los límites utilizados por el método de Aitcin (2004) con rangos de 120 L a 165 L de contenido de agua, relación a/mc entre 0,24 y 0,35, y porcentajes de aditivo entre 1% a 4% logrando asentamientos iguales a cero, lo cual indica que son mezclas demasiado secas para ser utilizadas en condiciones como las que tenemos.

De la mezcla N°21 a la N°29 se utiliza un rango similar a las utilizadas por el ACI 211.4R-93 (1998), obteniendo resultados de asentamientos entre 2 y 3 cm.

Entre las mezclas N°25 a la N°28, se realizaron ajustes en el contenido de agua con rangos de 150 L a 190 L, relación a/mc de 0,39 y porcentajes de polycarboxilato entre 1% y 2%, logrando asentamientos adecuados para la interpolación en la gráfica de determinación del contenido de agua y porcentaje de superplastificante en función del asentamiento para la mezcla a diseñar.

Atendiendo a los resultados obtenidos y contrastándolos con los antecedentes, se adop-

tan como límites para el gráfico de determinación del asentamiento del método propuesto en esta investigación 150 L a 190 L de contenido de agua y 1% a 2% de policarboxilato.

### Propuesta de Método de diseño de mezclas para concreto de alta resistencia

El alcance de este método se limita a la elaboración de concretos de alta resistencia a partir de la combinación de cemento Portland tipo

I, agua, dos agregados (grueso y fino), adición puzolánica (microsilíce) y aditivo superplastificante (policarboxilato). Se desarrolla con el fin de lograr un nivel de resistencia a compresión determinado y garantizando el valor del asentamiento deseado. A continuación, se indica la información necesaria de cada material para la aplicación del método:

- Cemento: Marca (resistencia a compresión), Peso específico.
- Agregado grueso: granulometría, tamaño máximo, peso específico, peso unitario

**Cuadro 1.** Desarrollo de dosificaciones con diferentes relaciones de a/mc

Nº de Mezclas	Agua (L)	Cemento (kg)	Microsilíce (kg)	Agregado Fino (kg)	Agregado Grueso (Kg)	Agua (L)	Superplastificante (L/m <sup>3</sup> )	a/mc	Asentamiento (cm)
1	120	425	75	826,44	1.010,10	95,34	---	0,24	0
2	120	425	75	804,45	983,22	96,46	18,52 (4%)	0,24	0
3	165	584,37	103,13	697,75	852,40	144,17	---	0,24	0
4	165	584,51	103,13	667,51	980,85	145,78	25,46 (4%)	0,24	0
5	120	291,43	51,43	889,50	1.087,17	93,46	---	0,35	0
6	120	291,43	51,43	874,44	1.068,75	108,95	12,69 (4%)	0,35	0
7	165	400,72	70,71	784,48	958,80	141,11	---	0,35	0
8	165	400,72	70,71	763,74	933,47	142,21	17,46 (4%)	0,35	0
9	120	291,43	51,43	873,09	1.083,53	131,67	3,18 (1%)	0,35	0
10	140	340	60	826,47	1.025,67	151,05	3,70 (1%)	0,35	0
11	142	290	51,67	873,33	1.103,33	131,67	3,18 (1%)	0,24	0
12	165	400,72	70,71	738,95	948,90	174,85	17,45 (4%)	0,35	0
13	165	400,72	70,71	758,58	949,91	195,34	---	0,35	0
14	175	425	75	809,86	851,94	195,89	---	0,35	0
15	140	340	60	864,31	893,32	188,90	21,6 (5%)	0,35	0
16	140	297,50	52,50	940,39	981,41	206,21	12,96 (4%)	0,40	9
17	130	290,79	51,32	909,74	949,42	194,05	---	0,38	0,5
18	140	313,16	55,26	885,99	924,63	202,38	---	0,38	0,3
19	140	295,50	52,50	893,83	932,82	202,92	6,82 (2%)	0,38	2,5
20	140	313,16	55,26	777,30	1.002,77	190,45	13,65 (4%)	0,38	0,6
21	185	413,81	73,03	686,96	886,25	229,59	9,02 (2%)	0,38	18
22	185	413,81	73,03	677,05	873,17	228,73	19,03 (4%)	0,38	19,5
23	157,60	352,53	62,21	742,56	957,67	205,56	11,52(3%)	0,38	1,5
24	157,60	352,53	62,21	751,20	968,78	206,13	3,84(1%)	0,38	2
26	150	326,92	57,70	772,51	962,54	197,38	3,85 (1%)	0,39	3
27	150	326,92	57,70	768,50	957,55	197,13	7,12 (2%)	0,39	13
28	190	414,10	73,08	686,29	857,54	232,14	4,87 (1%)	0,39	21,5
29	190	414,10	73,08	681,24	851,21	231,84	9,74 (2%)	0,39	23

compacto, porcentaje de absorción y porcentaje de humedad.

- Agregado fino: granulometría, peso específico, peso unitario compacto, porcentaje absorción y porcentaje de humedad.
- Puzolana: Peso específico.
- Superplastificante: Peso específico.

### Pasos para la aplicación del método

**Paso 1. Determinación de la proporción cemento:puzolana y la resistencia a compresión del material cementante.** Cuando no hay posibilidades de realizar ensayos de laboratorio para determinar la mejor proporción. Se puede elegir una entre 80:20 y 85:15 que la experiencia práctica, tanto en ésta como en las de otros autores, demuestra que son las que normalmente aportan los mejores resultados.

**Paso 2. Cálculo de la relación agua/material cementante.** La ecuación de Bolomey relaciona la resistencia a compresión del concreto con la relación agua/cemento empleada. Para concretos de alta resistencia esta ecuación adopta la forma  $R_{cr} = B_1 \times R_{mc} (c/a + 0,5)$ . La resistencia del cemento corresponde a su marca y es un dato que aporta el fabricante o se obtiene mediante ensayos de laboratorio. En este caso, como el cemento se combina con adiciones puzolánicas, en lugar de cemento se debe hablar de material cementante (mc), y se determina la resistencia del material combinado mediante ensayos de laboratorio. Luego de esta consideración y trabajando en la ecuación de Bolomey se obtiene:

$$a/mc = \frac{1}{(R_{cr}/(B_1 \times R_{mc})) - 0,5}$$

**Paso 3. Determinación de la proporción entre agregados grueso y fino.** Se utiliza el procedimiento gráfico recomendado por Porrero et al. (2012) para hallar la relación arena/agregado total ( $\beta$ ). Para tal fin se requieren las granulometrías expresadas en porcentaje que pasa por cada tamiz de ambos agregados, y las especificaciones de los límites granulométricos recomendados por el mismo autor.

Se toma la proporción resultante del análisis granulométrico y se crean dos nuevas com-

binaciones, una hacia la izquierda y otra hacia la derecha, modificando la proporción base en cinco puntos porcentuales hacia ambos lados. Es decir, si la proporción por granulometría es 60:40 se agregan 65:35 y 55:45. De esta forma se prevén posibles desplazamientos de la proporción ideal según la granulometría en ambas direcciones producto del efecto de la forma. Con las tres proporciones definidas se hacen igual número de mezclas de agregados y se les determina el peso unitario compactado ( $PUC_m$ ) siguiendo el mismo procedimiento normalizado que se emplea para determinar el peso unitario compactado del agregado fino y del agregado grueso.

A partir de los Pesos Específicos de los agregados se calcula el Peso Específico Combinado de cada mezcla por medio de la siguiente ecuación:

$$PEC_m = \frac{(PE_a \times \%F) + (PEC_g \times \%G)}{100}$$

Donde:

$PEC_m$  → peso específico combinado de la mezcla de agregados

$PE_a$  → peso específico de la arena

$\%A$  → porcentaje de la arena en la mezcla

$PE_g$  → peso específico de la grava

$\%G$  → porcentaje de la grava en la mezcla

Teniendo el peso específico y el peso unitario compactado de cada mezcla, se determinan los tres porcentajes de vacío y se elige la proporción que tenga el porcentaje de vacío menor como definitiva. A continuación, la expresión para este cálculo:

$$\% \text{ Vacío}_m = \frac{PEC_m - PUC_m \times 100}{PEC_m}$$

**Paso 4. Definición del contenido de aire.** Al elaborar una mezcla de concreto siempre queda cierta cantidad de aire atrapado que forma parte del volumen total de la misma. Normalmen-

te el volumen de aire atrapado oscila entre 0 y 3% respecto al total de la mezcla; y Aitcin (2004) recomienda asumir el valor medio, 1,5%. De no tener otro criterio se recomienda tomar 1,5%.

**Paso 5. Determinación de la cantidad de agua y el porcentaje de superplastificante.** Se determina la cantidad de agua y el porcentaje de superplastificante, respecto al cemento, necesarios para lograr la consistencia deseada en la mezcla. Para relacionar estas tres variables se idea un procedimiento gráfico como el que se muestra en el ejemplo del gráfico 1. Como primer paso se deben elaborar 4 mezclas intermedias empleando los valores extremos de contenido de agua y porcentaje de superplastificante explicados anteriormente y determinando el resto de los materiales de la forma descrita en el resto de los pasos. A cada una de estas mezclas se les determina el asentamiento.

En cada esquina del gráfico se coloca un valor de asentamiento, distribuido de la siguiente manera: a la esquina **A** le corresponden 1% de

superplastificante y 190 litros de agua, a la **B** 2% y 190 L, a la **C** 1% y 150 L y a la **D** 2% y 150 L, respectivamente.

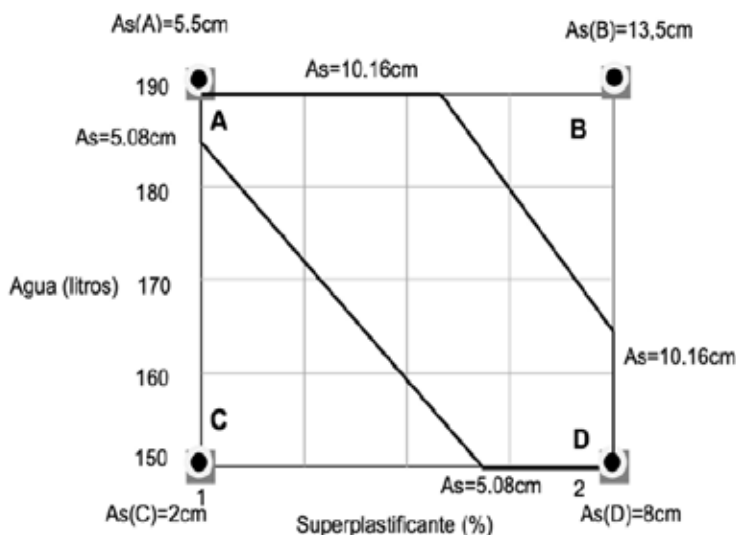
Los valores correspondientes a cada esquina forman cuatro escalas diferentes de asentamientos siguiendo las líneas que conforman el rectángulo de la figura: escalas As(A) – As(B), As(A) – As(C), As(B) – As(D) y As(C) – As(D). En las escalas se ubican los asentamientos límites preestablecidos de 5,08 y 10,16 cm, utilizando el método de interpolación. Se unen con una línea recta los dos puntos cuyo asentamiento es de 5,08 cm y de la misma forma los que corresponden el asentamiento de 10,16 cm. Los límites del asentamiento pueden modificarse de acuerdo con el diseño de la mezcla.

El área que se forma dentro de esas dos rectas y los lados del rectángulo debe resaltarse. Ella contiene los puntos cuya combinación de contenido de agua y de superplastificante garantizan que el asentamiento se mantenga dentro del rango deseado. Se selecciona una combinación dentro del rango, si no hay algún condicionante adicional se recomienda tomar un punto de la zona central del área.

**Paso 6. Cálculo de material cementante y dosis de superplastificante, cemento y puzolana.** Teniendo la cantidad de agua definitiva se fija la cantidad de material cementante a partir de la relación  $a/mc$ . La dosis de superplastificante se calcula respecto al contenido de material cementante. Las cantidades de cemento y puzolanas se obtienen dividiendo el material cementante en dos partes según la proporción cemento:puzolana definida en el paso 1.

**Paso 7. Cálculo de las cantidades de agregados grueso y fino.** Al igual que se hizo con las muestras de prueba, pero ahora utilizando los materiales definitivos, se calculan los contenidos de agregados grueso y fino en volumen absoluto de agregados mediante la expresión.

**Gráfico 1.** Ejemplo para la determinación del contenido de agua y contenido de superplastificante



Fuente: Elaboración propia.

$$\begin{matrix} \text{Volumen} & \text{Volumen} & \text{Volumen} & \text{Volumen} & \text{Volumen aire} & \text{Volumen} \\ \text{absoluto +} & \text{absoluto +} & \text{absoluto +} & \text{absoluto +} & \text{atrapado} & \text{mezcla} \\ \text{agua} & \text{cementante} & \text{agregados} & \text{aditivos} & = & \text{(1000 litros)} \end{matrix}$$

Luego se utiliza la proporción de agregados obtenida en el paso 3 y el nuevo volumen absoluto de agregados y se calculan los volúmenes absolutos de agregado grueso y agregado fino. Finalmente se calculan los contenidos en masa de cada uno de los agregados utilizando sus pesos específicos utilizando la expresión de la relación  $\beta$ :

$$\begin{aligned} A &= \beta (A + G) \\ G &= (1-\beta) (A+G) \\ (A/YA) + (G/YG) &= V(A+G) \end{aligned}$$

Donde:

A	→	Masa de la arena
G	→	Masa de la grava
$\beta$	→	Relación arena:agregado total
V	→	Volumen
YA	→	Peso Específico de la arena.
YG	→	Peso Específico de la grava.

**Paso 8. Correcciones por humedad de los agregados.** Los agregados pueden estar en cualquier condición de humedad, por lo que, para mantener las proporciones reales del diseño, lo anterior debe ser tomado en consideración en cuanto al peso de los agregados y a la cantidad de agua de mezcla a utilizar. A continuación, ecuaciones para el cálculo de la corrección por humedad de los agregados:

$$\begin{aligned} G_{ss} &= G_w \times (100+Ab) / (100 + w) \\ A_{ss} &= A_w \times (100+Ab) / (100 + w) \end{aligned}$$

Donde:

$G_{ss}$	→	Peso de la Grava Saturado con Superficie Seca
$A_{ss}$	→	Peso de la Arena Saturado con Superficie Seca
$A_w$	→	Peso de la arena en cualquier condición de humedad
$G_w$	→	Peso de la grava en cualquier condición de humedad
$Ab$	→	Absorción del agregado
$w$	→	Humedad del agregado
$a_m$	=	$a_d + A_{ss} - A_w + G_{ss} - G_w$

Donde:

$a_m$	→	Cantidad de agua a usar en la mezcla
-------	---	--------------------------------------

$a_d$  → Dosis de agua calculada en diseño de mezcla

### Aplicación del método para una mezcla real

Se valida el método con el diseño de una mezcla real a partir de los materiales siguientes:

Peso específico del cemento: 3,15

Marca: Cemento Portland tipo I, de la Corporación Socialista de Cemento, S.A.

Peso específico del microsílíce: 2,20

Peso específico del polycarboxilato: 1,08

Caracterización de los agregados:

- Agregado Fino: Peso Específico (2,58), Porcentaje de Absorción (2,25%), Porcentaje de Humedad (0) y Módulo de Finura (2,73). El agregado fino, fue adquirido en Campi Ferrertería, C.A., ubicado en el Municipio Sucre del Estado Bolivariano de Miranda.
- Agregado Grueso: Peso Específico (2,61), Porcentaje de Absorción (3,33%) y Porcentaje de Humedad (0). El agregado grueso fue donado por la empresa Fábrica Nacional de Cementos S.A.C.A (FNC), y el material proviene de la cantera Solichata, Parroquia San Francisco de Yare, Municipio Simón Bolívar, Estado Bolivariano de Miranda. Este agregado fue tamizado para garantizar un tamaño máximo de  $\frac{3}{4}$ ", y lavado para evitar impurezas durante la elaboración de las mezclas en el laboratorio.

Los ensayos de laboratorios realizados para la validación del método fueron realizados en el Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME), de la Facultad de Ingeniería (FI), de la Universidad Central de Venezuela (UCV).

### Procedimiento para el diseño de la mezcla

**1. Determinación de la proporción cemento:** puzolana y la resistencia a compresión del material cementante. Se utiliza la relación cemento:puzolana 85:15 y se determina la resistencia

a la compresión del material cementante según norma COVENIN 484-93 (cuadro 2).

Con los materiales del cuadro 2, a los 28 días, los resultados de los ensayos de la resistencia a la compresión de la mezcla cemento es de 247 kgf/cm<sup>2</sup>, y el material cementante es de 272 kgf/cm<sup>2</sup>. Con estos valores de resistencia del cemento, no se puede lograr concretos de alta resistencia. En estos momentos en Venezuela es muy complicado conseguir un cemento de mayor calidad. Sin embargo, el método se puede validar demostrando en qué medida se incrementa la resistencia con la reducción de la relación a/mc, y sobre todo verificando que la resistencia arrojada con la aplicación del método se corresponde con la obtenida en el ensayo.

**2. Cálculo de la relación agua/material cementante (a/mc).** Asumimos como resistencia requerida R<sub>cr</sub> de 335 kgf/cm<sup>2</sup>, que es un 35% superior a la del cemento empleado y tomando la resistencia del material cementante aplicamos la ecuación de Bolomey:

$$a/mc = \frac{1}{(R_{cr}/(B_1 \times R_{mc})) - 0,5}$$

$$a/mc = \frac{1}{(335 \text{ kgf/cm}^2 / (0,40 \times 272 \text{ kgf/cm}^2)) - 0,5}$$

$$a/mc = 1 / (3,08 - 0,5)$$

$$a/mc = 0,39$$

**3. Determinación de la proporción entre agregados grueso y fino.** Se realizaron ensayos de laboratorio para determinar la granulome-

tría de los agregados, se utilizó la norma COVENIN 0255-1998, cuyos resultados son reflejados en el cuadro 3. Se utilizó un agregado grueso con tamaño máximo de ¾" y tamaño máximo nominal de ½".

Como se puede observar en el gráfico 2, la línea que representa el cedazo de ½" no cumple con los límites granulométricos establecidos. El valor de β debe estar entre 43,5% y 48%, y se toma β=45%. A partir de este dato, las combinaciones de agregados a calcular su porcentaje de vacío son las siguientes: 40:60, 45:55 y 50:50.

A partir de los Pesos Específicos de los agregados se calcula el Peso Específico Combinado de cada mezcla por medio de la siguiente ecuación:

$$PEC_m = \frac{(PE_a \times \%A) + (PE_g \times \%G)}{100}$$

$$PEC_m (40:60) = \frac{(2,58 \times 40) + (2,61 \times 60)}{100} = 2,59$$

$$PEC_m (45:55) = \frac{(2,58 \times 45) + (2,61 \times 55)}{100} = 2,60$$

$$PEC_m (50:50) = \frac{(2,58 \times 50) + (2,61 \times 50)}{100} = 2,60$$

**Cálculo del Peso Unitario Combinado Compactado (PUCC) de acuerdo con las combinaciones de los agregados:**

PUCC = Peso Unitario Combinado Compactado sin envase (g)/volumen del envase (L)

$$PUCC (40:60) = 5.027,40 \text{ g} / 2.817,35 \text{ L} = 1,78 \text{ g/ L}$$

$$PUCC (45:55) = 5.138,40 \text{ g} / 2.817,35 \text{ L} = 1,82 \text{ g/ L}$$

$$PUCC (50:50) = 5.101,40 \text{ g} / 2.817,35 \text{ L} = 1,81 \text{ g/ L}$$

**Cuadro 2.** Contenido de materiales para la determinación de la resistencia a compresión de nueve cubos de concreto por muestra (cemento y material cementante)

Materiales	Cemento	Material Cementante
Cemento (g)	740	629
Microsílice (g)	0	111
Arena Gradada (g)	2.035	2.035
Agua (L/m <sup>3</sup> )	35,9	50,32
Agua/material cementante	0,485	0,68
Flujo (cm)	17	21,2

**Cuadro 3.** Granulometría de los agregados

Tamiz	% Pasa Agregado grueso	% Pasa Agregado fino	Límites granulométricos
3/4"	100		100-90
1/2"	74,84		85-65
3/8"	41,00		75-65
1/4"	7,53	96,85	65-45
#4	2,82	91,94	60-38
#8		81,32	45-20
#16		68,85	35-15
#30		51,75	25-10
#50		24,91	16-5
#100		8,69	8-1

Teniendo el Peso Específico y el Peso Unitario Combinado de cada mezcla, se determinan los tres porcentajes de vacíos, y se elige la proporción que tenga el porcentaje de vacío menor.

$$\% \text{ Vacío}_m = \frac{PEC_m - PUC_m \times 100}{PEC_m}$$

Se elige la proporción que tenga el porcentaje de vacío menor y esa será la definitiva.

β 45:55

$$\% \text{ Vacío}_m = \frac{2,59 - 1,82 \times 100}{2,59} = 29,72$$

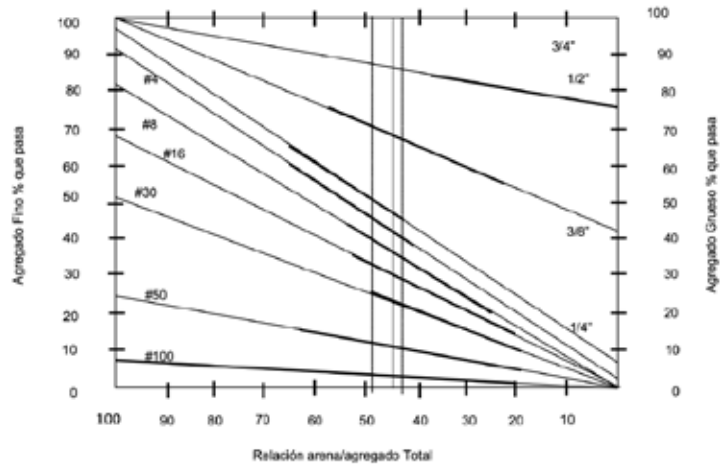
β 40:60

$$\% \text{ Vacío}_m = \frac{2,60 - 1,78 \times 100}{2,60} = 31,54$$

β 50:50

$$\% \text{ Vacío}_m = \frac{2,60 - 1,81 \times 100}{2,60} = 31,54$$

**Gráfico 2.** Determinación de β por el procedimiento gráfico de Porrero et al. (2012)



Fuente: elaboración propia.

La proporción **45:55** es la que tiene menor porcentaje de vacíos con un 29,72%.

**4. Definición del contenido de aire.** Se utiliza el 3% como el valor de contenido de aire más alto recomendado, tomando en cuenta las condiciones de elaboración de las mezclas de forma manual para las muestras de cilindros.

**5. Determinación de la cantidad de agua y el porcentaje de superplastificante.** Primeramente, se diseñaron las cuatro muestras intermedias, a partir de los límites de contenido de agua y porcentaje de superplastificante establecidos y siguiendo el procedimiento previsto en el método. A cada mezcla se le midió el asentamiento y los resultados se muestran en el cuadro 4.

Con los límites de contenido de agua y porcentaje de superplastificante, así como los asentamientos para las mezclas intermedias,

**Cuadro 4.** Dosificaciones y asentamiento de cuatro mezclas representadas en el gráfico 3

Dosificación de mezclas de concreto								
Agua del diseño (L)	Cemento (kg) (85%)	Mmicrosílíce (kg) (15%)	Agregado Fino (kg)	Agregado Grueso (kg)	Agua de la mezcla (L)	Superplastificante (L/m <sup>3</sup> )	a/mc	Asentamiento (cm)
150	326,92	57,70	772,51	962,54	197,38	3,85 (1%)	0,39	3
150	326,92	57,70	768,50	957,55	197,13	7,12 (2%)	0,39	13
190	414,10	73,08	687,35	856,44	232,16	4,87 (1%)	0,39	21,5
190	414,10	73,08	682,28	850,10	231,85	9,74 (2%)	0,39	23

se elabora el gráfico para la determinación del contenido de agua y el porcentaje de superplastificante (gráfico 3).

El área demarcada en el gráfico 3 representa todas las combinaciones de contenido de agua y porcentaje de superplastificante que se pueden utilizar sin sobrepasar los límites de asentamiento requeridos en la mezcla. Se pudo escoger cualquier combinación que estuviera dentro del área. En este caso se decidió tomar una combinación de 160 L de agua y 1,25% de superplastificante para lograr una mezcla fluida, fácil de trabajar, pero sin salirse del área permitida. Interpolando en el gráfico se obtiene que el asentamiento teórico de la mezcla, para la combinación fijada es de 9,7 cm.

**6. Cálculo del material cementante y la dosis de superplastificante, cemento y puzolana.**

Para el cálculo del material cementante, se aplica la ecuación  $\alpha = a/mc$ , y se despeja mc:

$$\text{Material cementante} = a/\alpha$$

$$\text{Material cementante} = 160 \text{ kg} / 0,39 = 410,26 \text{ kg}$$

Para el cálculo del microsílíce se utiliza el porcentaje indicado del 15% de sustitución del cemento por microsílíce:

$$\text{Microsílíce} = 410,26 \text{ kg} \times 0,15 = 61,54 \text{ kg}$$

$$\text{Cemento} = 410,26 \text{ kg} - 61,54 \text{ kg} = 348,72 \text{ kg}$$

$$\text{Policarboxilato} = 410,26 \text{ kg} \times 0,0125 = 5,13 \text{ kg}$$

**7. Cálculo del contenido de agregado grueso y fino.** De acuerdo con el paso número 3, la proporción de los agregados es 45:55. Antes de calcular el volumen y la masa de los agregados se debe calcular el volumen parcial del resto de los materiales, calculados en peso durante los pasos anteriores. El volumen se calcula con la fórmula:

$$\text{Volumen Absoluto} = \text{masa} / \text{peso específico}$$

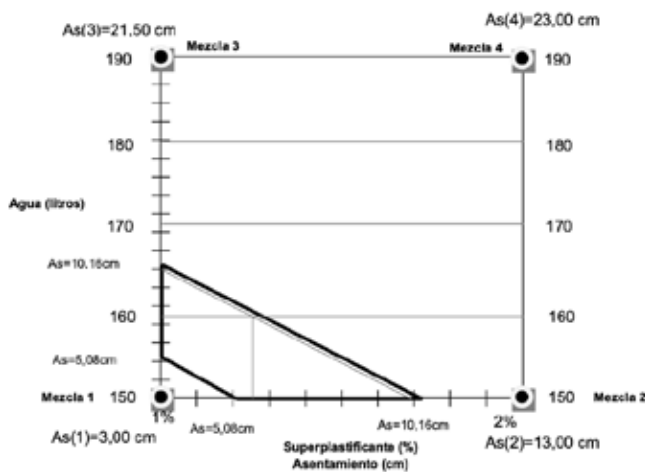
Los volúmenes de los materiales obtenidos por esta vía se muestran en el cuadro 5.

El volumen de los agregados es la diferencia entre 1000 L y el volumen parcial:

$$\text{Volumen de los agregados} = 1000 \text{ L} - 333,42 \text{ L}$$

$$\text{Volumen de los agregados} = 666,58 \text{ L}$$

**Gráfico 3.** Gráfica para determinación del contenido de agua y porcentaje de superplastificante en función del asentamiento



Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 5.** Cantidades parciales de materiales en masa y volumen

Materiales	Masa (kg)	Volumen Absoluto (L)
Cemento (85%)	348,72	110,70
Microsílíce (15%)	61,54	27,97
Agua 160 L	160	160
Policarboxilato (1,25%)	5,13	4,75
Contenido de Aire Atrapado 3 %	0	30,00
Volumen Parcial		333,42

Para el cálculo del contenido de agregados se utiliza la siguiente ecuación:

$$A = \beta (A + G) \\ (A + G) = A/\beta$$

Se sustituye (A+G) en la siguiente ecuación:

$$G = (1-\beta) (A+G) \\ G = (1-\beta) A/\beta \\ G = A/\beta - \beta A/\beta \\ G = \frac{A-\beta A}{\beta}$$

Se sustituye G en la siguiente ecuación:

$$(A/YA) + (G/YG) = V(A+G) \\ \frac{A}{YA} + \frac{A-\beta A}{YG} = 666,58 \text{ kg} \\ \frac{A}{YA} + \frac{A-\beta A}{\beta \times YG} = 666,58 \text{ kg} \\ \frac{A}{2,58} + \frac{A-0,45 A}{0,45 \times 2,61} = 666,58 \text{ kg} \\ A \left( \frac{1}{2,58} + \frac{1-0,45}{0,45 \times 2,61} \right) = 666,58 \text{ kg} \\ A (0,39 + 0,47) = 666,58 \text{ kg} \\ A (0,86) = 666,58 \text{ kg} \\ A = 666,58 \text{ kg}/0,86 \\ A = 775,09 \text{ kg}$$

Luego se calcula el contenido del agregado grueso con la sustitución del contenido del agregado fino obtenido, en la siguiente ecuación:

$$(A/YA) + (G/YG) = V(A+G) \\ (775,09 \text{ kg}/2,58) + (G/2,61) = 666,58 \text{ kg} \\ 33,42 + G/2,61 = 666,58 \\ G = (666,58 \text{ kg} - 300,42 \text{ kg}) \times 2,61 \\ G = 955,67 \text{ kg}$$

El cálculo de los volúmenes de los agregados se realiza aplicando la siguiente ecuación. Los resultados obtenidos se expresan en el cuadro 6.

$$V = \text{masa del agregado} / \text{Peso Específico del agregado}$$

Volumen agregado fino = 775,09 kg/L/2,58 = 300,42 L

Volumen agregado grueso = 955,67 kg/L/2,61 = 366,16 L

#### 8. Correcciones por humedad de los agregados:

$$G_{sss} = G_w \times (100 + A_b) / (100 + w)$$

$$G_{sss} = 955,67 \text{ kg} \times (100 + 0\%) / (100 + 2,25\%) = 934,64 \text{ kg}$$

$$A_{sss} = A_w \times (100 + A_b) / (100 + w)$$

$$A_{sss} = 775,09 \text{ kg} \times (100 + 0\%) / (100 + 3,33\%) = 750,11 \text{ kg}$$

$$aM = aD + A_{sss} - A_w + G_{sss} - G_w$$

$$aM = 160 + 775,09 \text{ kg} - 750,11 \text{ kg} + 955,67 \text{ kg} - 934,64 \text{ kg} = 206,01 \text{ kg}$$

**Cuadro 6.** Dosificación de materiales

Materiales	Masa (kg)	Volumen Absoluto (L)
Cemento (85%)	348,72	110,70
Microsílíce (15%)	61,54	27,97
Agua 160 L	160	160
Policarboxilato (1%)	5,13	4,75
Contenido de Aire Atrapado 3 %	0	30,00
Agregado Fino	775,09	300,42
Agregado Grueso	955,67	366,16
Volumen Total		1.000

**Cuadro 7.** Dosificación final

Materiales	Masa (kg)	Volumen Absoluto (L)
Cemento (58%)	348,72	110,70
Microsílíce (15%)	61,54	27,97
Agua 160 L	206,01	206,01
Policarboxilato (1,25%)	5,13	4,75
Agregado Fino	750,11	290,74
Agregado Grueso	934,64	358,10

Finalmente se elaboró una mezcla de comprobación, con esa dosificación, a la cual se le midió el asentamiento en estado fresco y la resistencia a compresión a los 28 días. El asentamiento se obtuvo en el laboratorio, por medio del ensayo del cono de Abrams, arrojando un valor de 9,5 cm. Comparándolo con el valor teórico predeterminado en la aplicación del método: 9,7 cm, se aprecia que ambos son casi idénticos, quedando evidenciado que el procedimiento gráfico del paso 5 funciona.

Una muestra de dos cilindros con la dosificación obtenida a los 28 días presentó una resistencia a la compresión de 359 kgf/cm<sup>2</sup>. La resistencia teórica definida en el ejemplo fue de 335 kgf/cm<sup>2</sup>, existiendo una diferencia entre ambas de apenas 24 kgf/cm<sup>2</sup>. En los criterios de aceptación y rechazo sugerido por la norma COVENIN 1753:2003 se establece que ningún ensayo individual (promedio de al menos dos cilindros normalizados) estará por debajo de  $F_{cr}$  en más de 35 kgf/cm<sup>2</sup> cuando  $F_{cr} \leq 350$  kgf/cm<sup>2</sup>, o de  $0,1 F_{cr}$  cuando  $F_{cr} > 350$  kgf/cm<sup>2</sup>. Aunque en este caso no es exactamente la misma situación, podría tomarse este criterio como referencia y establecer que para aceptar el resultado obtenido como válido debería existir una diferencia no mayor que 35,9 kgf/cm<sup>2</sup> entre la resistencia teórica del método y el valor real de la mezcla. Nuevamente, con una diferencia de 24 kgf/cm<sup>2</sup> se satisface el criterio de selección, con lo cual queda ratificada la validez del método propuesto.

Claramente, para certificar de manera definitiva el método y poder utilizarlo de manera generalizada se necesita de un mayor número de ensayos, los cuales al final podrían generar la necesidad de ajustes en determinados aspectos, sin embargo, hasta esta fase, la investigación queda suficientemente validada tanto desde el punto de vista teórico como práctico.

## Conclusiones

Diseñar una mezcla de concreto requiere de un procedimiento bastante riguroso que permita determinar el contenido que en la misma debe haber de cada material.

Existen diversos métodos, nacionales y extranjeros, desarrollados para tal fin. Tanto el método de Porrero, que es el más utilizado en Venezuela, como el resto de los métodos y procedimientos aquí estudiados, muestran limitaciones diferentes que dificultan su aplicación en el diseño de mezclas de concreto de alta resistencia, en las condiciones de Venezuela.

El método presentado resuelve las limitaciones mencionadas por los métodos para concreto tradicional al considerar en sus procedimientos el uso de puzolanas como sustituto del cemento, aditivos y contenido de aire. Y para el caso de los métodos para concreto de alta resistencia estudiados, la propuesta soluciona las limitaciones con el uso de una herramienta gráfica donde se determina el contenido de agua y porcentaje de superplastificante en función del asentamiento, dando al diseñador de mezcla una flexibilidad para la toma de decisiones con factores de trabajabilidad, economía y resistencia del material. Se ofrece en esta investigación la forma de obtener la cantidad de cada uno de los materiales de la mezcla, así como la combinación más adecuada del contenido de agua y de superplastificante que garantiza la consistencia requerida de la mezcla.

El ejemplo real de aplicación del método corrobora su validez, demostrando que tanto la consistencia de la mezcla en estado fresco como la resistencia a compresión a los 28 días, obtenidos experimentalmente, coinciden con los valores teóricos considerados en la aplicación del método.

Finalmente, durante esta prueba no se pudo lograr un concreto de alta resistencia propiamente dicho, debido a no contar con un cemento con la calidad necesaria. Sin embargo, se pudo demostrar que con la utilización combinada de adiciones puzolánicas y superplastificantes, y en proporción con la reducción de la relación agua/material cementante, se puede

incrementar considerablemente la resistencia a compresión del concreto. Este incremento notable es la clave para la obtención de concretos de alta resistencia, por lo que con el cemento adecuado se puede afirmar que a partir de estos materiales es posible obtener concreto de alta resistencia y que el método propuesto es adecuado para el diseño de la mezcla.

## Referencias bibliográficas

- ACI 363.2R-98-*Guía para el control de calidad y ensayos de concreto de alta resistencia*. Informe del Comité 363 del American Concrete Institute-ACI, publicado en 1998: <https://file.yizimg.com/395203/2012101711414749.pdf>
- ACI 211.4R-93 (1998). *Guide for Selecting Proportions for High-Strength Concrete with Portland Cement and Fly Ash*. American Concrete Institute. Farmington Hills, Michigan, USA.
- Aïtcin, Pierre-Claude (2004). *Modern Concrete Technology 5. High performance concrete*. Université de Sherbrooke. E & FN SPON. Quebec, Canada.
- COVENIN 1753:2003. (2003). *Proyecto y construcción de obras de concreto estructural*. Fondonorma. Caracas, Venezuela
- Giraldo, Orlando (2004). *Diseño de mezclas de hormigón. Métodos empíricos y analíticos*. Facultad de Minas, Escuela de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.
- Gorchakov, G. (1981). *Materiales de la construcción*. Editorial MIR Moscú. Rusia.
- Mejias, L. y Águila, I. (2018). Estudio de la resistencia a la compresión de morteros a base de cemento, puzolana, y superplastificante para su aplicación en concreto de alta resistencia, en: *Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V.*, vol. 33, n° 3 y 4, pp. 7-14, 2018. Caracas, Venezuela.
- O'Reilly, V. (2007). *Métodos para dosificar concretos de elevados desempeños*. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. México.
- Porrero, J.; Grases, J.; Ramos, P. (2012). *Manual de concreto estructural conforme a la norma COVENIN 1753:03*. Siderúrgica del Turbio, S.A. Venezuela.

## La persistencia de los campamentos en Chile y las expectativas incumplidas de la política habitacional: el caso de Valparaíso (1990-2019)\*

### *The persistence of informal settlements in Chile and the unfulfilled expectations of housing policy: the case of Valparaíso (1990-2019)*

Dr. MSc. Soc. Felipe Valenzuela

<https://orcid.org/0000-0003-0096-9500>

Correo-e: [felipe.valenzuela@upla.cl](mailto:felipe.valenzuela@upla.cl)

Universidad de Playa Ancha, Chile

DOI: <https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.1.03>

Recibido: septiembre 09/2025 | Aprobado:

octubre 10 / 2025 | Aceptado: octubre, 28/ 2025

#### Resumen

El éxito cuantitativo de la política habitacional chilena alimentó la expectativa de superar definitivamente la situación de los asentamientos informales (campamentos), generando la ilusión de una diferenciación respecto al resto de América Latina. Sin embargo, en los últimos años la cantidad de campamentos y hogares viviendo en ellos ha crecido aceleradamente. Este artículo busca comprender de qué manera las propias limitaciones de la política habitacional han incidido en la persistencia de los campamentos, específicamente en el periodo comprendido entre 1990 y 2019. Para ello, se estudia el caso del área metropolitana de Valparaíso, cuyos campamentos nunca dejaron de crecer en las últimas décadas. Analizando datos de catastros, información secundaria sobre la entrega de subsidios y aplicación de programas, además de experiencias de residentes de campamentos obtenidas a través de entrevistas, se concluye que la política habitacional generó expectativas que no se cumplieron, y que en la práctica nunca tuvo la capacidad de desincentivar y eliminar definitivamente los procesos de urbanización informal, especialmente en Valparaíso.

#### Descriptores

Asentamientos informales (campamentos); políticas habitacionales en Valparaíso.

#### Abstract

*The success of Chile's housing policy fueled expectations of definitively overcoming informal urbanization [campamentos], creating the illusion of differentiation from the rest of Latin America. However, in recent years, the number of informal settlements and households living in them has grown rapidly. This article seeks to understand how the inherent limitations of the housing policy have influenced the persistence of informal settlements, specifically between 1990 and 2019. To do this, the case of the metropolitan area of Valparaíso is studied, where informal settlements have continued to grow over the past decades. By analyzing census data, secondary information on subsidy delivery and program implementation, and interviews with residents from informal settlements, I conclude that the Chilean housing policy created unfulfilled expectations and never had the actual capacity to discourage and definitively eliminate informal urbanization processes, especially in Valparaíso.*

#### Descriptors

Informal settlements; housing policy in Valparaíso.

\* Expresamos nuestro agradecimiento a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo-ANID, Fortalecimiento de Programas de Doctorado, Convocatoria 2022, Folio 86220041; al Proyecto Fondecyt Iniciación N° 11250408, y al Proyecto Fondecyt Regular N° 1241518.

Al igual que en el resto de América Latina, los asentamientos informales o campamentos han sido una respuesta persistente ante las dificultades de acceso a la vivienda en Chile, desde la segunda mitad del siglo XX hasta la actualidad. No obstante, en el contexto de la masiva política habitacional aplicada desde los años noventa, se generó la ilusión de que los procesos de urbanización informal estarían en retirada, como un vestigio de un periodo anterior en el desarrollo de la sociedad chilena.

En el marco de la modernización que vivió Chile en la década de los noventa, donde el mercado se erigió como el principal mecanismo de coordinación social por encima del Estado (Lechner, 2003), la percepción acerca de la pobreza comenzó a cambiar. Ahora se veía más como un resultado inherente al proceso de desarrollo en lugar de una consecuencia de la falta de este. Se comenzó a hablar de una “nueva pobreza” (Tironi, 2003) o de una “pobreza de los modernos” (Bengoa, 1995). Esta nueva noción de pobreza ya no se asociaba con la tradicional idea de la pobreza subdesarrollada que se encontraba en los asentamientos informales (conocidos como “campamentos” en Chile), sino que emergía como un producto de los procesos de modernización que experimentaba la sociedad chilena. En el ámbito de la vivienda, esta pobreza se manifestaba en los nuevos conjuntos de vivienda social.

Este giro en la manera de interpretar la pobreza en las ciudades chilenas se vincula directamente con el impacto de la política habitacional, que se enfocó en enfrentar los altos niveles de déficit habitacional que se habían alcanzado en las décadas previas. Esto se tradujo en una masiva construcción de viviendas sociales que, aunque permitió reducir de manera significativa el déficit cuantitativo, también dio lugar a nuevos problemas urbanos, como la segregación, la falta de servicios y las dificultades de convivencia en los nuevos

barrios de vivienda social. Este fenómeno se denominó como el problema de “los con techo” (Rodríguez y Sugranyes, 2005). La discusión sobre los problemas de vivienda en los sectores populares se desplazó entonces hacia las condiciones de integración social y urbana en estos nuevos barrios, relegando a un segundo plano las cuestiones relacionadas con la ocupación de terrenos, la autoconstrucción y la informalidad, que habían sido centrales en décadas anteriores. De esta manera, el caso chileno comenzó a ser presentado como una excepción en el contexto latinoamericano, al menos hasta mediados de la primera década del siglo XXI. Sin embargo, en un escenario marcado por un aumento generalizado en los precios del suelo y la vivienda, el estallido social, la crisis migratoria, y la crisis económica asociada a la pandemia de COVID-19, los campamentos han vuelto a crecer en el último tiempo (Techo-Fundación Vivienda, 2021). Surge así la pregunta: ¿por qué los campamentos vuelven a emerger con tanta rapidez en un país que se jactaba de una política de vivienda cuantitativamente exitosa?

Este artículo sostiene que el crecimiento reciente de los campamentos no corresponde a un fenómeno completamente nuevo, sino que se desarrolla en continuidad con una nutrida historia de ocupaciones de terrenos en Chile y en una relación estrecha con las dificultades que está atravesando un modelo de política habitacional en crisis.

Los procesos de urbanización informal que originan los campamentos han estado siempre presentes en Chile, a pesar de las ilusiones modernizadoras de las últimas décadas. El período abordado en este artículo (1990-2019) considera desde el comienzo de los gobiernos de la Concertación de Partidos por la Democracia hasta antes del estallido social y la pandemia, buscando estudiar el periodo en que los campamentos quisieron ser tratados como un

problema del pasado, siempre a punto de ser resuelto definitivamente. Los gobiernos que corresponden a este periodo son los siguientes: Patricio Aylwin (1990-1994); Eduardo Frei Ruiz-Tagle (1994-2000); Ricardo Lagos (2000-2006); Michelle Bachelet (2006-2010); Sebastián Piñera (2010-2014); Michelle Bachelet (2014-2018); Sebastián Piñera (2018-2022).

El objetivo principal de este trabajo es estudiar los procesos de urbanización informal para comprender su persistencia, y la incidencia que tienen en ello tanto los programas de subsidio habitacional como los programas de campamentos implementados a lo largo del periodo. Para lograrlo, se toma en cuenta el área metropolitana de Valparaíso (AMV) como caso de estudio. Se trata de una ciudad que se ha caracterizado por un constante aumento en el número de habitantes de campamentos desde los años noventa hasta el presente, lo que la convierte en un ejemplo representativo de esta “persistencia”. Se presenta en primer lugar una revisión de estudios recientes sobre campamentos, para luego abordar los principales cambios que ha experimentado la política habitacional en las últimas décadas. A continuación, se desarrolla el caso de estudio y la metodología. Finalmente se detallan los resultados y se exponen algunas conclusiones.

### Campamentos en Chile: de un fenómeno presentado como “residual” a un problema estructural

Históricamente, el desarrollo de los campamentos ha estado vinculado a problemas relacionados con la informalidad, marginalidad o urbanización espontánea, que despertaron un importante debate al calor de las convulsiones políticas de mediados del siglo XX, tanto en Chile como en el resto de América Latina. Es así como el estudio de estos temas tiene una importante tradición en la región, desde los planteamientos

de la teoría de la marginalidad (DESAL, 1969), las interpretaciones estructuralistas y vinculadas a las teorías de la dependencia (Jaramillo, 2012), y la más reciente postura liberal acerca de la informalidad (De Soto, 1987). Se trató de teorías que en general buscaron integrar el problema de la urbanización espontánea en el marco de una interpretación global sobre el desarrollo de las sociedades latinoamericanas, y que permiten comprender de qué manera nuestras ciudades experimentan procesos progresivos de consolidación, pasando –como señala Teolinda Bolívar– “de las barriadas a los barrios consolidados” (Bolívar, 2022).

Sin embargo, durante la mayor parte del periodo analizado por este mismo artículo, los campamentos chilenos fueron abordados por la literatura local como un fenómeno relativamente residual dentro de la política habitacional, sin profundizar en las condiciones en que se está desarrollando la urbanización informal y los mecanismos estructurales que promueven su continuidad, como ha sido estudiado para el caso de otros países latinoamericanos donde la informalidad es más extendida (Abramo, 2012; Fernandes, 2011; Jaramillo, 2008). En un momento en el cual el déficit habitacional en Chile pareció estar en vías de resolverse, Brain, Prieto y Sabatini (2010) indicaban que la perseverancia de los campamentos se explicaba por una elección racional de sus residentes, quienes veían en esta forma de urbanización una manera de conseguir una vivienda con mejor localización en la ciudad y una expectativa de conseguir una solución habitacional definitiva en menos tiempo.

En el contexto de las críticas a la política habitacional (Rodríguez y Sugranyes, 2005), algunos estudios (Skewes, 2005) resaltaron la flexibilidad material y de diseño que permiten los campamentos a sus habitantes, facilitando más control y autonomía sobre los espacios habitados en comparación a los nuevos conjuntos

de vivienda social. Sin embargo, Salcedo (2010) ofrecía una visión alternativa, pues relativizaba las ventajas que entregarían los campamentos, particularmente porque el control social que habría existido en ellos no necesariamente era valorado positivamente por sus residentes, que incluso mostrarían más agrado por una vida con mayor privacidad y con menos demanda de participación y organización colectiva.

Algunos estudios, principalmente liderados por la ONG Techo, se enfocaron en describir y caracterizar las condiciones de vida en los campamentos (Techo-Chile, 2016), y los motivos que tendrían las personas para habitar en ellos (Brain, Prieto y Sabatini, 2010; Techo-Chile, 2017). Otras investigaciones indagaron en los afectos y sentimientos de arraigo que las personas desarrollan con sus vidas en los campamentos (Borrell y Tapia, 2016). Por otra parte, se desarrollaron también trabajos que buscaron dilucidar la continuidad y alcance político que han tenido las acciones de los habitantes de campamentos, particularmente en relación con la figura del “poblador” (Angelcos y Pérez, 2017; Pérez, 2017; Cortés, 2013).

Más recientemente, en paralelo con el acelerado crecimiento que han experimentado los campamentos, se han apreciado algunos intentos por brindar interpretaciones actualizadas y pertinentes a las nuevas manifestaciones de la urbanización informal (Vergara-Perucich et al., 2022), dejando atrás su abordaje como problema residual. Dentro de estos renovados esfuerzos se puede citar el análisis exploratorio de Vergara-Perucich y Boano (2019), que sitúa el alza del costo de la vivienda como uno de los factores que explican el aumento de los campamentos, especialmente en Antofagasta. Paula y Alfredo Rodríguez (Rodríguez, P. y Rodríguez, A., 2019) han relevado la importancia que adquieren las dinámicas informales del mercado de suelo al interior de los campamentos de formación más reciente, dando cuenta de las

limitaciones del Estado para enfrentar el actual déficit habitacional. Imilán et al. (2020), indican que la realidad y cotidianidad de los campamentos no puede circunscribirse a su interior, pues existe una interacción y continuidad constante con el conjunto de la ciudad, a partir de las prácticas de movilidad residencial de las familias que habitan en urbanizaciones informales en Alto Hospicio. Contreras y Seguel (2022) emplean la noción de “territorio informal” con la finalidad de superar las visiones dicotómicas y dualistas con que suelen ser descritos los campamentos, adoptando así una visión que privilegia entender la llegada a los campamentos como una lógica alternativa para acceder al suelo y la vivienda en las ciudades más grandes del norte chileno. Por otra parte, las investigaciones de Abufhele (2023) y Valenzuela (2022) indagan en la relación que se establece entre el Estado y los asentamientos informales, a través de diferentes políticas. Finalmente, diferentes estudios han abordado los problemas de acceso a la vivienda de la población extranjera en Chile, buscando comprender las formas de habitar migrante en campamentos (Palma Rojas, 2021; Pérez y Palma, 2021; Stang Alva et al., 2022; Anderson et al., 2023).

## La política habitacional

Para analizar la relación entre las políticas de vivienda y la persistencia de los campamentos, es relevante tener en consideración la historia reciente de estas políticas en Chile, y los cambios que han experimentado en las últimas décadas. En este apartado se presenta brevemente esta evolución.

### La década de los noventa

Una vez terminada la dictadura militar, dado que la falta de viviendas alcanzó un máximo histórico con cerca de un millón de unidades, una de las prioridades de los nuevos gobiernos

democráticos bajo la coalición de la Concertación de Partidos por la Democracia fue reducir el déficit habitacional como una estrategia para reducir la pobreza. Consecuentemente, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) cifró su objetivo en 90 mil soluciones habitacionales entregadas al año (MINVU, 2004). La celeridad y masividad de la política habitacional logró paliar el déficit habitacional y el allegamiento asociado, evitando la producción de nuevas tomas de terreno. Para ello fue vital canalizar la demanda habitacional mediante comités de viviendas y la postulación a subsidios habitacionales.

Sin embargo, y a pesar del éxito cuantitativo de la política habitacional de la Concertación, se cuestionó que mantuviera vigente y aplicara los principios del modelo heredado por la dictadura, especialmente en lo que respecta al protagonismo cedido al sector privado en la construcción de las viviendas y la focalización de las soluciones entregadas (Sugranyes, 2005), específicamente mediante mecanismos como el ahorro, créditos y subsidios priorizados según un criterio de hiper-focalización (mediante la llamada "Ficha CAS"). Consecuentemente, la oferta de vivienda para los sectores más vulnerables se realizó mediante dos modalidades: la primera consistió en la entrega de soluciones terminadas (Programa Vivienda Básica); y la segunda en la entrega de viviendas "progresivas" para que fuesen adaptadas según los recursos y necesidades de cada grupo familiar.

De forma simultánea, bajo el gobierno de Eduardo Frei Ruiz-Tagle (1994-2000), comenzó a implementarse desde 1997 el programa Chile-Barrio, concebido como un programa intersectorial cuyo propósito era contribuir a superar la pobreza en los campamentos. Parte de su intervención consistió en realizar mejoras a las viviendas y el barrio, haciendo uso de subsidios regulares del MINVU, algunos programas provenientes de otros ministerios (como

el Programa de Mejoramiento de Barrios de la Subsecretaría de Desarrollo Regional, y la Regularización de Títulos de Dominio del Ministerio de Bienes Nacionales, entre otros), además de algunos recursos específicos destinados a Chile-Barrio (Raczynski et al., 2007).

El éxito de la política habitacional se vio comprobado en términos históricos, pues el MINVU logró el objetivo de construir más de 90 mil soluciones habitacionales por año, alcanzando a producirse 117 mil viviendas con participación del Estado en 1996, reduciendo así el déficit habitacional sustantivamente (MINVU, 2004). Según los resultados de los Censos de Población y Vivienda, entre 1992 y 2002 el déficit habitacional cuantitativo se redujo de 771.935 a 543.542 carencias de vivienda (MINVU, 2006). No obstante, algunas críticas a este modelo comenzaron a ser planteadas a partir de mediados de la década de los noventa, específicamente porque se cuestionó la mala calidad de las viviendas, tanto por la calidad de sus materiales constructivos como por el tamaño de las unidades habitacionales, además de reproducir y ampliar la segregación residencial y disminuir el capital social en grandes conjuntos de vivienda social (Ducci, 1997; Rodríguez y Sugranyes, 2005).

### **Nueva Política Habitacional**

Dichos diagnósticos críticos fueron incorporados a nivel institucional, como lo muestra la Nueva Política Habitacional que a principios del nuevo milenio trató de enfrentar algunas de las principales problemáticas, como la calidad de las viviendas y la segregación. Adicionalmente, se buscó mejorar la focalización y asignación de los subsidios, puesto que como consecuencia de las dificultades para conseguir un crédito hipotecario y la alta morosidad se verificó que los programas ofertados por MINVU resultaban inaccesibles para buena parte de la población más vulnerable (Casgrain, 2010; MINVU, 2004).

En este contexto se desarrollaron dos nuevos programas destinados a las familias más pobres, eliminando por primeza vez el crédito en el esquema del subsidio: el Fondo Solidario de Vivienda (FSV) y la Vivienda Social Dinámica sin Deuda. Una de las innovaciones del FSV fue introducir un elemento de concursabilidad a través de la presentación de proyectos habitacionales desarrollados con la participación de entidades patrocinantes (anteriormente conocidas como “EGIS”). Este esquema se consolidó como la principal modalidad de subsidio para los sectores más vulnerables, manteniéndose hasta la actualidad a través del Fondo Solidario de Elección de Vivienda (FSEV).

En paralelo a estos nuevos mecanismos, el programa Chile-Barrio continuó en ejecución hasta 2005. Las evaluaciones dieron cuenta de que se logró intervenir los 972 asentamientos catastrados en 1996, dando una cobertura a un total de 115.105 familias en el país. Dicha evaluación dio la impresión de que el problema de las urbanizaciones informales había sido superado y los esfuerzos de la política habitacional, en consecuencia, se concentraron en buscar distintas estrategias para promover la integración social en los nuevos conjuntos de vivienda social.

### **Hacia la integración social**

En 2006, durante el primer gobierno de Michelle Bachelet (2006-2010) se propuso la Política Urbano-Habitacional de Mejoramiento de la Calidad e Integración Social, que tuvo por finalidad favorecer la integración social y promover la participación vecinal para mejorar la calidad de las soluciones habitacionales (MINVU, 2009). En este marco surge el Programa Quiero Mi Barrio, que intentó subsanar algunas de las deficiencias de la política habitacional de los gobiernos anteriores de la Concertación,

ya que muchos de los barrios intervenidos fueron construidos durante la década de los noventa. Para ello el programa se enfocó en la recuperación física y social de barrios vulnerables con problemas de deterioro y segregación.

Simultáneamente, se propusieron otras medidas similares que buscaron reducir la segregación social de las políticas habitacionales, específicamente a través de los proyectos de Integración Social (Ruiz-Tagle y Romano, 2019) y el Subsidio Diferenciado a la Localización, que contempló una bonificación para los proyectos que cumplieran ciertos criterios de localización y de accesibilidad a servicios públicos (Zambrano, 2010). Ambos mecanismos se incorporaron a la operación del FSEV, permitiendo incrementar gradualmente los montos de los subsidios que se asignaban para la construcción de vivienda focalizada en los grupos de menores ingresos.

A comienzos de la segunda década del siglo XXI se adoptaron dos nuevos decretos: el DS 49, que regula el FSEV, y el DS 1, relativo al Sistema Integrado de Subsidios (DS 1), reemplazando al DS 174 y el DS 40 respectivamente. Sin embargo, dichas modificaciones no representaron un cambio significativo en el funcionamiento de los esquemas. Mientras tanto, en relación con la política orientada a asentamientos informales, en 2011 comenzaba a implementarse el Programa de Campamentos bajo el gobierno de Sebastián Piñera (2010-2014). Para ello se contó con los resultados de un nuevo Catastro Nacional de Campamentos que indicó un aumento del número de familias viviendo en asentamientos informales (MINVU, 2013). El nuevo programa aspiraba a reducir el número de campamentos, entregando soluciones habitacionales a las familias que vivían en ellos a través de diversos instrumentos de MINVU (Marcelo, Larenas y López, 2017).



importante durante las primeras décadas del siglo XX como efecto de dos hitos. En primer lugar, el terremoto de 1906 e incendios sucesivos destruyeron parte importante de las áreas llanas de la ciudad (conocidas como el “plan”). En segundo lugar, la importancia comercial del puerto disminuyó drásticamente debido al comienzo de operaciones del canal de Panamá en 1914. Por aquellos años, la región experimentó un incipiente proceso de suburbanización hacia Viña del Mar, propiciado por la construcción del ferrocarril a mediados del siglo XIX (Cáceres y Sabatini, 2002), que permitió conectar las localidades de Quilpué y Villa Alemana. Sin embargo, esta dinámica de desarrollo urbano planificado del plan de Viña del Mar contrastó con el poblamiento espontáneo de sus cerros (imagen 2), motivado por la inmigración de población de otras regiones del país que aspiraban a encontrar trabajos dentro de la incipiente industria de la región.

Respecto a los procesos recientes de urbanización informal en el AMV, destacan estudios que resaltan la localización y atributos de los territorios donde se ubican los campamentos, especificando las distintas razones que dan cuenta de su permanencia en el tiempo (Valdebenito, 2014).

Este tipo de estudios, particularmente respecto de los motivos para continuar residiendo

en los asentamientos informales, profundizan en elementos biográficos y percepciones a partir de las historias y experiencias subjetivas de las personas (Rivas, 2013). Otros estudios enfatizan y se detienen en las particularidades de construir formas de hábitat informal en quebradas (Pino y Ojeda, 2013; Bailey y Zenteno, 2015), asociadas también a imaginarios semi-rurales (Pino y Hormazábal, 2016) o a formas de percibir los riesgos ambientales en tales sectores (Armas-Pedraza, Gascón-Martín y Muñoz-Salazar, 2017). Más recientemente, algunos trabajos profundizan en los procesos de consolidación de campamentos en Valparaíso y Viña del Mar, indagando en el rol del liderazgo de mujeres y en los efectos de la pandemia de COVID-19 (Zenteno et al., 2022; Zenteno Torres, Muñoz Salazar y Rosso Ávila, 2022).

## Metodología

La investigación se realizó mediante una metodología mixta, combinando técnicas cuantitativas y cualitativas. En primer lugar, se desarrolló un análisis estadístico de datos secundarios sobre campamentos, subsidios habitacionales y otros programas de vivienda. En segundo lugar, se efectuó un trabajo de campo en el AMV, incluyendo entrevistas semi-estructuradas a funcionarios de diversas institucio-

### Imagen 2. Urbanización informal en el Área Metropolitana de Valparaíso



Fuente: Felipe Valenzuela, 2019.

nes relacionadas con la política de vivienda en la región de Valparaíso, y entrevistas en profundidad a residentes de campamentos.

A partir de los datos recopilados, en este artículo se desarrollan tres dimensiones de análisis: el crecimiento de los campamentos en el AMV, la cobertura de los programas orientados a campamentos, y la cobertura de los programas de subsidio habitacional. Adicionalmente, se consideran las experiencias de los pobladores en relación con la espera por subsidios y los procesos de urbanización informal. El cuadro 1 detalla las dimensiones y la información analizada en cada caso.

## Resultados

### Crecimiento de campamentos

Entre 1996 y 2021, a partir del análisis de los catastros de MINVU y TECHO a escala de ciudades (gráfico 1), tomando en cuenta las de-

finiciones estadísticas de áreas urbanas que se utilizan en Chile (INE-MINVU, 2019), y que incluyen tanto áreas metropolitanas como conurbaciones y ciudades conformadas por solo un municipio, es posible identificar que las cinco áreas urbanas con mayor cantidad de hogares en campamentos son el Área Metropolitana de Santiago (AMS), de Valparaíso (AMV), Iquique-Alto Hospicio, Antofagasta y el Área Metropolitana de Concepción (AMC) Entre ellas, el AMV es la única ciudad que mantiene un aumento sostenido de la cantidad de hogares en campamentos en cada catastro, desde los 2.487 que existían en 1996 hasta los 15.860 contabilizados en 2021 (Valenzuela, 2022). Por el contrario, la cantidad de hogares en campamentos se mantuvo baja en el AMS, salvo por un aumento excepcional de este tipo de asentamientos luego del estallido social y los efectos económicos que tuvo la pandemia de COVID-19, entre 2019 y 2021.

**Cuadro 1.** Dimensiones, fuentes e información analizada en la investigación

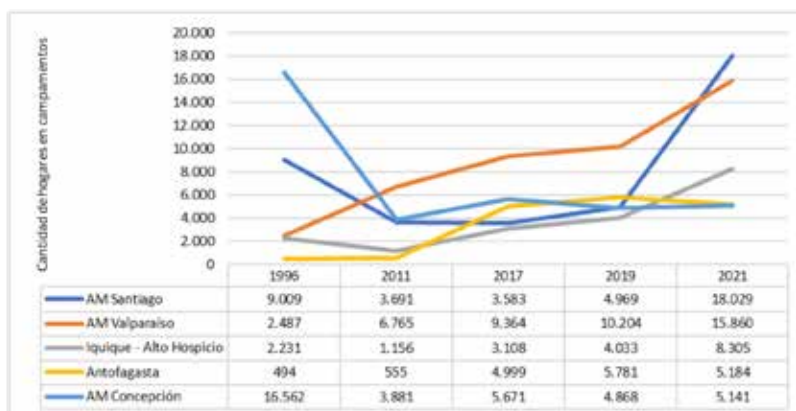
Dimensiones	Fuentes	Información analizada
Crecimiento de campamentos	Catastros de Campamentos MINVU 1996/2011/2019 Catastros de Campamentos TECHO 2017/2021	Cantidad de campamentos y hogares en campamentos.
Cobertura de subsidios habitacionales	Estadísticas de programas habitacionales orientados a sectores vulnerables: - Vivienda Básica SERVIU DS62 / 84 (1990-2004) - Fondo Solidario de Vivienda DS 174 (FSV) (2001-2012) - Fondo Solidario de Elección de Vivienda DS 49 (2012-vigente) - Vivienda Progresiva DS140 (1990-2006) - Vivienda Social Dinámica sin Deuda (2002-2007)	Tasa de subsidios pagados por cada mil hogares vulnerables Monto promedio de los subsidios Brecha entre subsidios otorgados y pagados.
Cobertura de programas de campamentos	Estadísticas de programas orientados a campamentos: Chile-Barrio (1997-2005) Programa de Campamentos (2011-2019)	Cantidad de campamentos atendidos o cerrados. Cantidad de hogares en campamentos atendidos o cerrados.
Experiencia de pobladores/as	Entrevista a 14 pobladores/as en campamentos Mesana, Farkas y Manuel Bustos	Experiencias de postulación a subsidios habitacionales Experiencias de urbanización informal

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 1 evidencia las particularidades del AMV, dando cuenta de la “persistencia” de los campamentos en esta ciudad. En 25 años, la cantidad de hogares en campamentos se sextuplicó y alcanzó más de 15 mil en 2021, representando un 5% de los hogares en la ciudad. El crecimiento de la urbanización informal ha sido especialmente notorio en Viña del Mar, con un aumento de 763% de los hogares en campamentos respecto de 1996. En efecto, más de la mitad de los hogares que viven en campamentos se encuentran en Viña del Mar. Si bien en Valparaíso el crecimiento ha sido más pausado, aun así los hogares que viven en estos asentamientos representan el 3,4% de la comuna, con 3.521 hogares. En ambos casos, los campamentos se concentran fundamentalmente en la parte alta de los cerros (imagen 3). A pesar de que en términos geográficos el emplazamiento de los asentamientos se encuentre en las periferias, al analizar la escala del AMV se aprecia que sus ubicaciones tienden a estar más cerca de las centralidades que las comunas de Villa Alemana y Quilpué. En ambas comunas el número de habitantes en campamentos fue relativamente baja en la década anterior, pero entre 2019 y 2021 han experimentado una reemergencia muy notoria, particularmente en Quilpué.

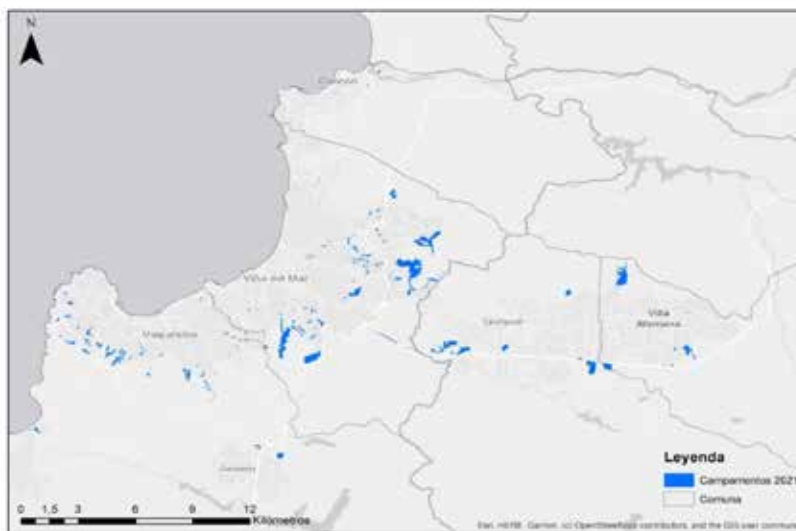
En definitiva, los campamentos en el AMV han estado continuamente en crecimiento desde la década de los noventa hasta la actualidad, pese a la aplicación de una masiva política habitacional (Valenzuela, 2022). En este sentido, los problemas urbanos y habitacionales vinculados a los campamentos han coexistido con la problemática de los “con techo” (Rodríguez y Sugranyes, 2005) y la “nueva pobreza urbana” (Tironi, 2003). Esto a diferencia de la situación de Santiago, donde la urbanización informal pareció quedar desplazada a un segundo plano por más de veinte años.

**Gráfico 1.** Cantidad de hogares en campamentos en AMV y otras ciudades chilenas (1996-2021)



Fuente: Elaboración propia con datos de los catastros de campamentos MINVU (1996; 2011; INE-MINVU, 2019) y Techo (2017; 2021).

**Imagen 3.** Localización de campamentos en el AMV. Catastro de Campamentos TECHO 2021



Fuente: Elaboración propia con datos de Catastro de Campamentos (TECHO y Fundación Vivienda, 2021).

### Programas de campamentos

En paralelo a la política habitacional regular, en años recientes se han ejecutado en Chile programas específicamente dirigidos a mejorar las condiciones de habitabilidad de la pobla-

ción que vive en asentamientos informales. Estos programas fueron Chile-Barrio (1997-2005) y el Programa de Campamentos (2011-2022), cuyos resultados en términos de cobertura y estrategias adoptadas se resumen en el cuadro 2. Chile-Barrio fue un programa intersectorial aplicado entre 1997 y 2005, con el objetivo de aportar en el desafío de superar la pobreza existente en los asentamientos informales del país. Al ser identificados como uno de los principales focos de concentración de pobreza y marginalidad, los asentamientos informales serían objeto de un programa orientado especialmente hacia ellos (Abuffhele, 2019).

Para analizar los resultados de Chile-Barrio, se utilizó la información contenida en un estudio que la Dirección de Presupuestos (DIPRES) encargó a diez años del inicio del programa (Raczynski et al., 2007). Según el informe, se logró dar cobertura a la totalidad de los asentamientos catastrados en 1996, es decir, 972 asentamientos. Para el 2005, fecha más reciente con datos actualizados en el informe, 954 asentamientos habrían sido considerados como “egresados” a nivel nacional, alcanzando un 98% del catastro. Sin embargo, al desagregar la información por región es posible identificar que Valparaíso es una de las regiones con menos cobertura, con un 86%, de modo

similar a lo sucedido en la Región Metropolitana y Biobío. Los procesos de radicación fueron realizados mediante el Programa de Mejoramiento de Barrios de SUBDERE y la entrega de títulos de dominio. La regularización hecha en el marco de tales programas permitió reducir la cantidad de campamentos contabilizados, pero también conllevó que en muchos asentamientos perdurasen las condiciones de precariedad material o de irregularidad respecto a la normativa (Valenzuela, 2022).

El Programa de Campamentos, implementado a partir de 2011, es impulsado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo para otorgar una solución habitacional a las familias que habitan en asentamientos informales. Luego de una primera fase de identificación y diagnóstico, el programa establece una estrategia de cierre del campamento, que puede seguir tres modalidades: a) radicación a partir de un proyecto habitacional que se construye en el mismo lugar; b) radicación a partir de un proyecto de urbanización y consolidación barrial que mantiene la autoconstrucción; c) relocalización a través de subsidios habitacionales dirigidos a proyectos de vivienda construidos en otros lugares (Marcelo, Larenas y López, 2017, p. 4).

Para analizar los resultados del Programa de Campamentos se consideró la información de

**Cuadro 2.** Resumen de resultados de aplicación de Chile-Barrio y Programa de Campamentos

	Chile - Barrio		Programa de Campamentos		
	Región de Valparaíso	Total país	AMV	Región de Valparaíso	Total país
Campamentos catastrados	87	972	113	146	657
Cobertura (porcentaje campamentos “cerrados”)	86%	98%	36%	45%	71%
Porcentaje radicación	72%	62%	51%	42%	29%
Porcentaje relocalización *	23%	24%	49%	58%	71%

\* En Chile-Barrio, además de estrategias de radicación y relocalización se reportan estrategias “mixtas”, que corresponden al 5% en la región de Valparaíso y 15% a nivel nacional.

Fuente: Elaboración propia con base en Raczynski et al. (2007) e informes del Programa de Campamentos.

los Catastros de Campamentos desarrollados por el MINVU y sus sucesivas actualizaciones y reportes de avance a la Cámara de Diputados y el Senado de la República. Hasta la fecha analizada en este artículo, correspondiente al año 2019, se reportó el cierre de 465 campamentos desde 2011 a nivel nacional, equivalentes al 71% del total catastrado al comienzo del periodo. Al respecto, es importante señalar que el “cierre” de los asentamientos no significa necesariamente que los residentes hayan superado las condiciones de precariedad habitacional (en el caso de la radicación), o que los sitios donde se emplazaban los asentamientos se hayan desocupado completamente (en el caso de la relocalización). [La noción de “inicio de gestión de cierre”, que fue utilizada como medida de cobertura por el mismo Programa de Campamentos, implica solamente el inicio formal del proceso de regularización, pero no su finalización. De acuerdo al Plan de Emergencia Habitacional (MINVU, 2022), solo 179 campamentos habían finalizado su intervención al 2021]. Adicionalmente, este seguimiento de la gestión de cierre de los campamentos no consideraba la aparición de nuevos campamentos, que al no estar contabilizados en el catastro de 2011 quedaban fuera de las intervenciones del Estado (Matus Madrid; Ramoneda y Valenzuela, 2019).

El catastro de 2011 mostraba que a comienzos de la década existían 113 campamentos en el AMV. Tras 8 años de implementación del programa, sólo se inició el cierre del 36% de los campamentos. El porcentaje de familias que han sido beneficiarias de este programa es aún más bajo, como lo demuestran los casos de Valparaíso y Viña del Mar con un 25% y un 19% respectivamente. Estas cifras dan cuenta de que la cobertura en el AMV en general ha sido más baja que en el resto de las regiones. Pese a que en el AMV las estrategias de radicación han sido más frecuentes que en otras ciudades del país, de todas maneras la mayor parte de las intervenciones realizadas han correspondido a estrategias de relocalización. Es-

tas últimas marcan un contraste con Chile-Barrio, donde la radicación en el mismo lugar fue la alternativa mayoritaria.

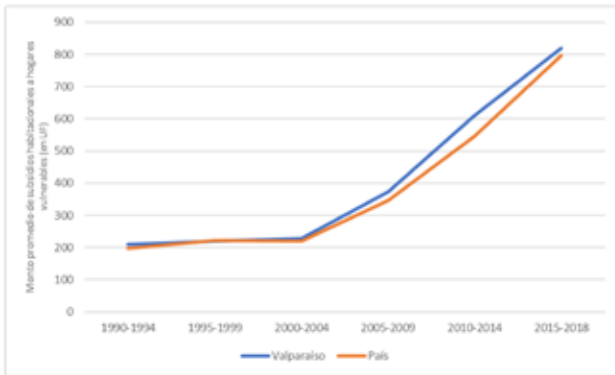
En síntesis, los resultados analizados de ambos programas (Chile-Barrio y Programa de Campamentos), indican que la situación del AMV y la región de Valparaíso es especialmente problemática, ya que los mecanismos que se han establecido para propender al “cierre” de los asentamientos estaría teniendo un impacto notoriamente inferior al que se observa en otras regiones de Chile. Lo anterior se retroalimenta con los problemas en la cobertura de subsidios, especialmente en el caso de los grupos de menores ingresos, lo que implica una presión mayor para que más hogares lleguen a habitar en los campamentos.

### *Política de subsidios habitacionales*

Pese a los números positivos que mostró la política de vivienda para disminuir el déficit habitacional cuantitativo en su época más masiva, en este artículo se afirma que en ningún momento fue capaz de remover de manera definitiva los procesos conducentes a la formación de campamentos, como pretendió la impronta modernizadora de las administraciones de la Concertación en los años noventa. De esta forma, las mismas limitaciones y expectativas incumplidas de la política habitacional incidieron en la continuidad de la urbanización informal (Valenzuela, 2022).

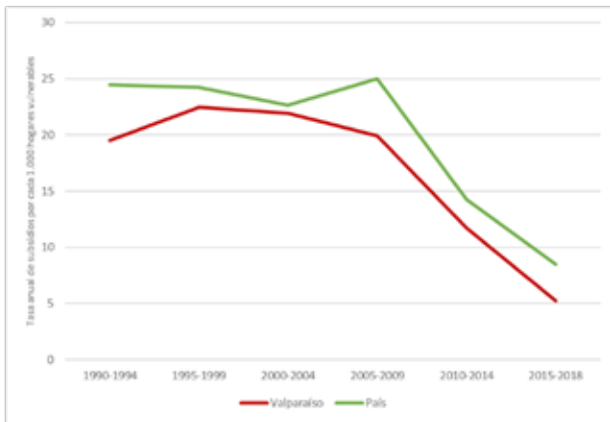
Basados en la revisión de antecedentes presentada en los apartados anteriores, se analizaron los resultados de los siguientes programas habitacionales regulares: a) Vivienda Básica SERVIU; b) Vivienda Progresiva; c) Fondo Solidario de Vivienda; d) Vivienda Social Dinámica sin Deuda; y e) Fondo Solidario de Elección de Vivienda. Se consideraron las cifras de subsidios por región, programa y año, que son publicadas por el MINVU. Se combinaron en una misma base los datos de las “viviendas contratadas SERVIU” (esquemas de contratación directa, hasta 2004) y los datos

**Gráfico 2.** Monto promedio de los subsidios habitacionales a hogares vulnerables, por quinquenio. Región de Valparaíso y total país.



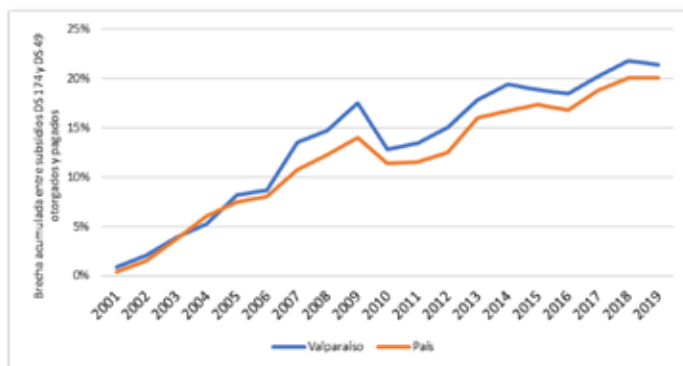
Fuente: Fuente: Elaboración propia con datos observatorio urbano MINVU.

**Gráfico 3.** Tasa anual de subsidios por cada 1.000 hogares vulnerables (promedios quinquenales 1990-2018). Región de Valparaíso y total país



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Observatorio Urbano MINVU y de la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN).

**Gráfico 4.** Brecha acumulada entre subsidios DS 174 y DS 49 (para hogares vulnerables) otorgados y pagados, en relación con el total de subsidios otorgados por región, entre 2001 y 2019



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Observatorio Urbano MINVU.

de subsidios otorgados y pagados (esquemas de subsidios a la demanda), cubriendo de esa manera todo el periodo analizado. A continuación, fueron considerados tres indicadores para analizar el desempeño de la cobertura de la política habitacional, comparando la situación de Valparaíso con el total nacional: los montos promedio de los subsidios entregados; la tasa anual de subsidios pagados por cada mil hogares vulnerables [se calcula como la relación entre el total de subsidios pagados en la región en un año y la cantidad estimada total de hogares pertenecientes al 40% más vulnerable en el mismo año]; y la relación entre subsidios otorgados y subsidios pagados [los subsidios otorgados son aquellos que han sido asignados luego de un llamado de postulación. Los subsidios pagados son aquellos que se traducen efectivamente en la adquisición de una vivienda. Estas diferencias permiten dar cuenta de la espera por una vivienda por parte de hogares que ya son beneficiarios del FSEV], que permite identificar el retraso acumulado en el acceso definitivo a la vivienda. Los gráficos 2, 3 y 4 presentan los resultados de estos indicadores.

Durante el periodo analizado, fueron otorgados 84.008 subsidios en línea regular a personas vulnerables de la Región de Valparaíso, más 5.007 subsidios de reconstrucción. Los datos demuestran que el monto de los subsidios creció significativamente, subiendo desde 209 UF promedio a comienzos de la década de los noventa, hasta 891 UF para fines de la década de 2010. [Al respecto vale la pena aclarar que la UF (unidad de fomento) es un índice financiero que se ajusta según la inflación del país, y se utiliza para valorizar los precios de las viviendas y los créditos hipotecarios, entre otros fines. Al 9 de septiembre de 2025, 1 UF equivale a 40 dólares estadounidenses]. A pesar de que el monto de los subsidios de la Región de Valparaíso sea mayor al promedio nacional, está por debajo de regiones del norte, como Tarapacá y Antofagasta.

En relación con la cobertura, la tasa anual de subsidios pagados en la Región de Valparaíso permaneció cerca de los 20 subsidios por cada mil hogares vulnerables entre 1990 y 2009. No obstante, desde el año 2010 esta tasa se redujo significativamente, llegando a los 5,2 subsidios anuales por cada mil hogares vulnerables hacia el final del periodo (2015-2018). De esta manera, en la Región de Valparaíso la cobertura de los subsidios ha sido notoriamente más baja que el promedio nacional, lo que parece estar acentuándose en los últimos años.

En definitiva, los datos muestran que la cobertura de los subsidios focalizados hacia la población más vulnerable nunca ha sido suficiente para responder al déficit habitacional, decreciendo constantemente desde 2010 en adelante, en paralelo con el aumento en los montos de los subsidios y el mejoramiento de los estándares de calidad de las viviendas construidas. Adicionalmente, entre 2001 y 2019, 21% del total de los subsidios otorgados en la región fueron adjudicados sin concretarse la compra de una vivienda, encontrándose 10.439 subsidios en esta condición. Este porcentaje es ligeramente mayor al promedio nacional (20%), pero menor al que se observa en la Región Metropolitana (25%).

### Experiencia de pobladores/as

Más allá de estos resultados, en este trabajo se plantea que los efectos de la política habitacional en la persistencia de los procesos de urbanización informal se pueden explicar no solamente por la disminución en la cobertura de los programas, sino también por las expectativas, percepciones y experiencias personales que los habitantes de campamentos tienen sobre las políticas, y que influyen de manera importante en sus decisiones sobre la vivienda. Los relatos de habitantes de campamentos, obtenidos a través de entrevistas en profundidad, permiten sustentar esta hipótesis a partir de las experiencias frustradas de postulación a subsidios habitacionales.

En este sentido, a partir de realidades experimentadas por los propios entrevistados y/o como consecuencia de situaciones comunicadas por personas cercanas, la población que vive en campamentos se ha hecho una percepción muy crítica sobre la política habitacional. El éxito cuantitativo de la política habitacional ha permeado en la valoración que tienen los individuos sobre la posibilidad de obtener una casa propia en contraste a la vida en un campamento, sin embargo, las dificultades y situaciones de frustración experimentadas por los entrevistados durante su postulación a un subsidio son muy variadas. Las principales son las siguientes:

**a) Problemas para acreditar los requerimientos de ahorro previo o dificultades para completar los trámites exigidos para postular al subsidio.** Estas situaciones se refieren a experiencias previas de postulación, anteriores al traslado a los campamentos.

**b) Largas esperas para obtener un subsidio.** Esto es una consecuencia de la disminución en la construcción de viviendas sociales y subsidios otorgados, generando frustración entre las familias postulantes que, ante la espera e incertidumbre, se ven empujados a residir en un campamento. Asimismo, muchas personas que son beneficiarias de un subsidio deben esperar la construcción de un proyecto habitacional donde aplicarlo. La siguiente cita da cuenta de la frustración de la familia ante las largas esperas por adjudicarse un subsidio.

**c) “Nosotros en ese tiempo andábamos dando bote de allá para acá, de acá para allá. Yo estaba postulando un subsidio allá y no sabía nunca. Llevábamos como 5 años esperando y nada. Resulta que justo en ese año, que fue en el 99, cuando nos vinimos nosotros, me avisan de que la empresa que estaba haciendo los departamentos a los que estaba postulando, se había ido a la quiebra. Así que bueno, desilusión total (...)”** (campamento Mesana, mujer adulta, 2019).

**d) Demora o fracaso de la ejecución de proyectos de vivienda social.** En tales situaciones,

las personas admiten sentirse frustradas por la expectativa de residir en un proyecto habitacional que nunca se concretó. La externalización de la gestión y construcción de las viviendas deja expuestas a las familias ante cualquier inconveniente que experimenten las empresas privadas, como quiebras, negligencias o poca celeridad por la baja rentabilidad de los conjuntos de vivienda social, entre otras.

**e) Poco atractivo de la oferta disponible.** Se identificaron casos en los que personas a las que se adjudicaron un subsidio, generalmente bajo el FSEV –que permite la adquisición de una vivienda usada–, no usaron este beneficio debido a que ninguna solución habitacional satisfizo sus expectativas. Esto es resultado del limitado monto otorgado por los subsidios que sólo permite acceder a una oferta muy limitada de viviendas, generalmente de baja calidad material, localización periférica y en barrios estigmatizados. A pesar de lo anterior, algunas familias han accedido a salir del campamento para optar por estas alternativas, aunque también varias de ellas han preferido regresar al campamento luego de tener experiencias negativas en viviendas usadas. *“No, incluso fui a entregar la postulación. Entregué mi subsidio. Antes de venirme lo entregué. Me dijeron por qué. Yo les dije que porque cuánto tiempo, yo llevo dos años buscando una casa. Me dijo: pero si hay departamentos. Yo le dije que sí, pero no en las poblaciones mal, le dije yo. Yo no voy a irme a poblaciones malas, porque yo tengo niñas, yo tengo puras niñas. Entonces para mí era complejo irme a vivir allá, aparte que les pasara algo...”* (campamento Manuel Bustos, mujer adulta, 2019).

En definitiva, teniendo en cuenta el amplio conocimiento y el alcance que han tenido los programas habitacionales en las últimas décadas, se puede observar que los residentes de campamentos no están ajenos a las políticas regulares del MINVU. Parece no existir un camino de urbanización informal que se desarrolle totalmente por fuera del Estado, sino que

mantiene siempre una relación compleja con él. Las huellas de la política habitacional permean también en las percepciones, decepciones y expectativas de los habitantes de campamentos, contribuyendo a la persistencia de los procesos de urbanización informal. Al mismo tiempo, contribuyen a validar la percepción de que estos procesos son legítimos, ya que corresponde a la única opción posible después de haber intentado recorrer el camino formal para acceder a una vivienda, pero haberse enfrentado con las limitaciones de los programas de subsidios.

## Conclusiones

A través de este trabajo se ha buscado conocer y comprender la persistencia de los procesos de urbanización informal en el AMV, durante el período 1990-2019 en el que el Estado chileno aspiró y creyó estar cerca de resolver el fenómeno de los campamentos. Si bien la política habitacional de subsidios ha tenido un efecto importante en la reducción del déficit habitacional cuantitativo en Chile, a lo largo de estas páginas se afirma que esta nunca fue capaz de eliminar y desincentivar de forma definitiva los procesos de urbanización informal. Para ello, se analizó el crecimiento reciente de este tipo de asentamientos en el AMV, demostrando que en esta ciudad siempre se mantuvieron en alza durante el período, y se profundizó en la incidencia que ha tenido la implementación de programas habitacionales y de campamentos en este proceso. Los resultados mostraron que ambos tipos de programas han tenido dificultades para mantener una cobertura suficiente, especialmente en la Región de Valparaíso y el AMV, lo que ha significado que la demanda por vivienda se haya canalizado a través de vías informales. Adicionalmente, las expectativas en torno a una política habitacional ampliamente conocida por la población impactan también en las decisiones y proyecciones que hacen las familias respecto a su situación habitacional.

En este sentido, este artículo complementa las críticas existentes sobre la política habitacional respecto de la profundización de la segregación urbana y la baja calidad material de las viviendas, enfatizando que las mismas limitaciones y expectativas incumplidas de la política, aun en sus mejores tiempos, incidieron también en que el fenómeno de la urbanización informal mantuviera vigentes muchas de sus características, especialmente en el caso del AMV.

Uno de los aspectos más críticos ha sido el esfuerzo en regularizar la situación de los campamentos con la finalidad de declararlos “cerrados”, por ejemplo mediante la entrega de títulos de dominio o flexibilizando el criterio de “cierre”, lo que ha significado un descuido por el mejoramiento efectivo de las condiciones de vida en estos asentamientos. La modalidad de los catastros y las metas de los programas de campamentos contribuyen a este problema, pues se tiende a producir un incentivo para “cerrar” el máximo número de campamentos posible, incluso si ello involucra priorizar aquellos que tienen un menor nivel de complejidad o que tienen un tamaño menor, dejando de lado la preocupación por las condiciones de precariedad en cada caso. Los programas de campamentos deberían priorizar siempre el mejoramiento de las condiciones precarias de habitabilidad, en lugar de buscar la regularización o el saneamiento de situaciones informales o irregulares como un propósito en sí mismo.

Por otra parte, respecto a la situación específica del AMV, cabe preguntarse por qué en esta ciudad los procesos de urbanización informal han sido persistentes en el tiempo, experimentando un constante crecimiento en las últimas décadas. Esto a diferencia de otras ciudades, donde efectivamente se observó una disminución después de la época más masiva de la política de vivienda.

Al examinar el rendimiento de los programas de subsidios habitacionales y de aquellos programas orientados a los asentamientos in-

formales, se pudo verificar que el AMV ha exhibido niveles de cobertura de subsidios y de “cierres” de campamentos más bajos que otras ciudades del país. La eficacia de los programas habitacionales parece ser menor en un entorno donde las condiciones urbanas no favorecen la aplicación de soluciones estandarizadas para la construcción de las edificaciones y la infraestructura asociada, debido a las condiciones físico-espaciales del lugar. El AMV se distingue por una topografía accidentada que generalmente incrementa los costos de urbanización y construcción de viviendas, lo que hace que los subsidios habitacionales resulten insuficientes y por un gran número de terrenos vacantes en quebradas y laderas de cerro dentro del área urbana, que son muy atractivos para ser ocupados informalmente a pesar de la exposición a riesgos que conllevan. De esta forma, el AMV presenta condiciones que han propiciado la persistencia de los procesos de urbanización informal incluso en las décadas doradas de la política de vivienda. Así, algunas de las dificultades que se manifestarían más tarde en otras áreas urbanas ya eran visibles en el AMV, evidenciándose en la ocupación silenciosa pero persistente de los cerros de la ciudad.

Teniendo en cuenta la persistencia y el continuo crecimiento de los campamentos en el AMV, este artículo busca discutir con algunos estudios previos que sugirieron que el éxito cuantitativo de la política del subsidio habitacional derivó en que la pobreza urbana se trasladara masivamente hacia los nuevos complejos de vivienda social (Tironi, 2003). Si bien en el Gran Santiago esta hipótesis encontraba respaldo en la reducción de los campamentos a su mínima expresión a inicios del siglo XXI, en el AMV la pobreza urbana siempre estuvo ligada a la urbanización informal. De esta manera, el artículo aporta en “descentralizar” y evitar generalizar las interpretaciones sobre los problemas de la vivienda en Chile, que habitualmente están muy influidas por lo que sucede en la Región Metropolitana.

A partir del caso del AMV, se observa que la urbanización informal en Chile es una respuesta que se ha mantenido persistentemente frente a la necesidad de vivienda (o una “necesidad-obligación”, en palabras de Teolinda Bolívar, 2022), en distintos momentos de la historia reciente e incluso en los mejores momentos de la política habitacional del subsidio. Al igual que en otros países de América Latina, la urbanización informal se produce como parte de los procesos presentes de desarrollo de la

sociedad, y no como la expresión de un resabio de un estadio de desarrollo anterior (Abramo, 2012; Rolnik, 2017). Son las propias condiciones actuales de desigualdad, inestabilidad laboral, encarecimiento del suelo, entre otras, las que generan una presión en la demanda por vivienda, que explota en los asentamientos informales. Si no se toman en cuenta estas condiciones estructurales, resulta complejo que las políticas de vivienda puedan evitar de forma permanente los procesos de urbanización informal.

## Referencias bibliográficas

- Abramo, P. (2012) “La ciudad com-fusa: Mercado y producción de la estructura urbana en las grandes metrópolis latinoamericanas”, *EURE-Revista de Estudios Urbano Regionales*, vol. 38, nº 114: pp. 35-69. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612012000200002>.
- Abufhele Milad, V. (2023) “The reproduction of informal settlements in Santiago: Housing policy, cycles of repopulation and the ‘politics of poverty’ as a regime of government”, *Urban Studies*, vol. 61, nº 2.- <https://doi.org/10.1177/00420980231179349>.
- Abufhele, V. (2019) “La política de la pobreza y el gobierno de los asentamientos informales en Chile”, *EURE-Revista de Estudios Urbano Regionales*, vol. 45, nº 135: pp. 49-69. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612019000200049>
- Anderson, R. et al. (2023) “Fenómeno migratorio en campamentos”, *Revista Planeo*, nº 51. <https://doi.org/10.7764/plan.051.113>.
- Angelcos, N. y Pérez, M. (2017) “De la ‘desaparición’ a la reemergencia: continuidades y rupturas del Movimiento de Pobladores en Chile”, *Latin American Research Review*, vol. 52, nº 1: pp. 94-109. <https://doi.org/10.25222/larr.39>
- Armas-Pedraza, T. de; Gascón-Martín, F. y Muñoz-Salazar, P. (2017) “Percepción de riesgos socioambientales en tomas de terreno de Playa Ancha, Valparaíso (Chile). Los casos de Pueblo Hundido y Vista al Mar”, *Papeles de Población*, vol. 23, nº 93: pp. 181-206. <https://doi.org/10.22185/24487147.2017.93.026>.
- Bailey, C. y Zenteno, E. (2015) “Reflexiones en torno a la vulnerabilidad social y residencial de los asentamiento informales de los cerros de Valparaíso, Chile”, *Ciudades, Comunidades e Territórios*, nº 31: pp. 116-130.

- Bengoia, J. (1995). "La pobreza de los modernos", en *Temas Sociales*, 3. Boletín del Programa de Pobreza y Políticas Sociales, Ediciones SUR: pp. 1-7.
- Bolívar, T. (2022) "De las barriadas a los barrios consolidados", en A. Almandoz (coord.) *Ciudad, urbanización y urbanismo en el siglo XX venezolano*. Fundación para la Cultura Urbana. Caracas.
- Borrell, M.A. y Tapia, F.C. (2016) "Aprendiendo de la informalidad. Participación comunitaria y enfoque situado como marco para la reconstrucción.", *Revista de Urbanismo*, nº 34: pp. 73-88. <https://doi.org/10.5354/0717-5051.2016.39577>
- Brain, I.; Prieto, J.J. y Sabatini, F. (2010) "Vivir en campamentos: ¿camino hacia la vivienda formal o estrategia de localización para enfrentar la vulnerabilidad?", *Eure*, vol. 36, nº 109: pp. 111-141. <https://doi.org/10.4067/s0250-71612010000300005>.
- Cáceres, G.; Booth, R. y Sabatini, F. (2002). "Suburbanización y suburbio en Chile: una mirada al Gran Valparaíso decimonónico (1820-1870)", *Archivum*, III, nº 4: pp. 151-164.
- Casgrain, A. (2010). "La apuesta del endeudamiento en la política habitacional chilena", *Revista INVI*, 25, nº 68: pp. 155-182. <https://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/62323>
- Contreras, Y. y Seguel, B. (2022). "Territorio informal. Una nueva lectura del acceso a la vivienda y al suelo en Chile", *Revista de Geografía Norte Grande*, nº 81: pp. 113-136. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022022000100113>
- Cortés, A. (2013) "A struggle larger than a house: Pobladores and favelados in Latin American social theory", *Latin American Perspectives*, vol. 40, nº 2: pp. 168-184. <https://doi.org/10.1177/0094582X12467763>.
- De Soto, H. (1987). *El otro sendero. La revolución informal*. Editorial Diana. México D.F.
- DESAL (1969). *Marginalidad en América Latina. Un ensayo de diagnóstico*. Editorial Herder. Barcelona.
- Ducci, M.E. (1997) "Chile : el lado oscuro de una política de vivienda exitosa", *EURE-Revista de Estudios Urbano Regionales*, vol. XXIII, nº 69: pp. 99-115. DOI: <https://doi.org/10.7764/1164>
- Fernandes, E. (2011). *Regularization of Informal Settlements in Latin America*. Lincoln Institute of Land Policy. Cambridge. [https://www.lincolninst.edu/app/uploads/legacy-files/pubfiles/regularization-informal-settlements-latin-america-full\\_0.pdf](https://www.lincolninst.edu/app/uploads/legacy-files/pubfiles/regularization-informal-settlements-latin-america-full_0.pdf)
- Fuentes, L. y Pezoa, M. (2017). "Crecimiento urbano reciente del gran Valparaíso. ¿Hacia una reconfiguración com-fusa?", *Revista 180*, nº 40: pp. 108-118. doi: 10.32995/rev180.Num-40.(2017).art-328
- Imilán, W.; Osterling, E.; Mansilla, P. y Jirón, P. (2020). "El campamento en relación con la ciudad: informalidad y movi­lidades residenciales de habitantes de Alto Hospicio", *Revista INVI*, vol. 35, nº 99: pp. 57-80. doi: 10.4067/s0718-83582020000200057
- INE-MINVU (2019) *Metodología para medir el crecimiento físico de los asentamientos humanos en Chile*. Ministerio de Vivienda y Urbanismo/Instituto Nacional de Estadísticas. Santiago. <https://geoarchivos.ine.cl/file/pub/libro-cehu-asentamientos-26-08.pdf>
- Jaramillo, S. (2008). "Reflexiones sobre la 'informalidad' fundiaria como peculiaridad de los mercados del suelo en las ciudades de América Latina", *Territorios*, nº18-19: pp. 11-54. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3012941>
- Jaramillo, S. (2012). "Urbanización Informal: diagnósticos y políticas. Una revisión al debate latinoamericano para pensar líneas de acción actuales", en: C. E. Salazar (coord.), *Irregular. Suelo y mercado en América Latina* (pp. 33-83). México D.F.: El Colegio de México.
- Lechner, N. (2003). "Estado y sociedad en una perspectiva democrática", *Polis Revista Latinoamericana*, nº 6. <http://journals.openedition.org/polis/6442>
- Marcelo, H.; Larenas, J. y López, E. (2018-2019) *Informe Final Evaluación Programa Campamentos*. Disponible en: [https://www.dipres.gob.cl/597/articles-189330\\_informe\\_final.pdf](https://www.dipres.gob.cl/597/articles-189330_informe_final.pdf).

- Matus Madrid, C.P.; Ramoneda, Á. y Valenzuela, F. (2019) "La integración social como desafío: análisis del programa de campamentos en Chile (2011-2018)", *Revista INVI*, vol. 34, nº 97. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-83582019000300049>
- Millán-Millán, P. (2016) "Aplicación e impacto de la Ley de Habitaciones Obreras de 1906: el caso de Valparaíso (Chile)", *EURE-Revista de Estudios Urbano Regionales*, vol. 42, nº 125: pp. 273-292. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612016000100012>
- MINVU (1996). *Catastro Nacional de Asentamientos Precarios*. Levantamiento realizado por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile.
- MINVU (2004) *Un siglo de Políticas de Vivienda y Barrio*. Santiago: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- MINVU (2006) *Atlas de la evolución del déficit habitacional en Chile 1992-2002*. Santaigo: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- MINVU (2009) *Déficit Urbano-Habitacional*. Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- MINVU (2011) *Catastro Nacional de Campamentos*. Levantamiento realizado por equipos regionales de campamentos del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- MINVU (2013) *Mapa Social de Campamentos 2011*. Santiago: Secretaría Ejecutiva de Campamentos (MINVU).
- MINVU (2019) *Catastro Nacional de Campamentos* [conjunto de datos]. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. <https://storymaps.arcgis.com/stories/dfef1fe1afd334ec790f879e736a5af5e>
- MINVU (2022) *Plan de Emergencia Habitacional*. Santiago: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- Palma Rojas, C.S. (2021) "De madera y hormigón: hábitat residencial y habitar de migrantes latinoamericanos en la ciudad de Santiago", *Revista Cuhso (Temuco)*, vol. 31, nº 1: pp. 584-602. <https://dx.doi.org/10.7770/cuhso.v30i2.2000>
- Pérez, M. (2017) " 'a New Poblador Is Being Born': Housing Struggles in a Gentrified Area of Santiago", *Latin American Perspectives*, vol. 44, nº 3: pp. 28-45. <https://www.jstor.org/stable/26178067>
- Pérez, M. y Palma, C. (2021) "De extranjeros a ciudadanos urbanos: Autoconstrucción y migración en el Gran Santiago", *Estudios Atacameños*, 67. <https://doi.org/10.22199/issn.0718-1043-2021-0010>
- Pino, A. y Hormazábal, N. (2016) "Informal settlements: Reinterpreting rural imaginary in urban areas: The case of Valparaíso's ravines", *Habitat International*, nº 53: pp. 534-545. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.12.014>
- Pino, A. y Ojeda, L. (2013) "Ciudad y hábitat informal: las tomas de terreno y la autoconstrucción en las quebradas de Valparaíso", *Revista INVI*, vol. 28, nº 78: pp. 109-140. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-83582013000200004>
- Raczynski, D. et al. (2007) *Evaluación de Impacto Programa Chile Barrio. Informe Final Revisado*. Santiago: DIPRES. [https://www.dipres.gob.cl/597/articles-163123\\_informe\\_final.pdf](https://www.dipres.gob.cl/597/articles-163123_informe_final.pdf)
- Rivas, A. (2013). *Campamentos: factores socioespaciales vinculados a su persistencia*. [Tesis para optar al grado de Magíster en Urbanismo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile]. Recuperado el 27 de junio de 2022 de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/116946>
- Rodríguez, P. y Rodríguez, A. (2019). "Usos y mercantilización de las viviendas en los campamentos chilenos", *Quid* 16, nº 12: pp. 294-313. *Revista del Área de Estudios Urbanos, Instituto de Investigaciones Gino Germani. Facultad de Ciencias Sociales (UBA)*. Dialnet-UsosYMercantilizacionDeLasViviendasEnLosCampamento-7331082.pdf
- Rodríguez, A. y Sugranyes, A. (eds.) (2005) *Los con Techo. Un desafío para la política de vivienda social*. Ediciones SUR. Santiago de Chile.
- Rolnik, R. (2017) *La guerra de los lugares. La colonización de la tierra y la vivienda en la era de las finanzas*. Santiago: LOM Ediciones.

- Ruiz-Tagle, J. y Romano, S. (2019) "Mezcla social e integración urbana: aproximaciones teóricas y discusión del caso chileno", *Revista INVI*, vol. 34, n° 95: pp. 45-69. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-83582019000100045>
- Salcedo, R. (2010). "The Last Slum: Moving from Illegal Settlements to Subsidized Home Ownership in Chile", *Urban Affairs Review*, vol. 46, n° 1: pp. 90-118. doi: 10.1177/1078087410368487
- Skewes, J. C. (2005). "De invasor a deudor: el éxodo desde los campamentos a las viviendas sociales en Chile", en Rodríguez, A. y Sugranyes, A. (eds.) (2005): pp. 101-122.
- Stang Alva, F. et al. (2022) "Extranjería, neoliberalismo y subsidiariedad: el problema de acceso a la vivienda de migrantes en las Región Metropolitana y de Antofagasta, Chile", *Población & Sociedad*, vol. 29, n° 1: pp. 227-255. <https://doi.org/10.19137/pys-2022-290111>
- Sugranyes, A. (2005) "La política habitacional en Chile, 1980-2000: un éxito liberal para dar techo a los pobres", en A. Rodríguez y A. Sugranyes (eds.) *Los con Techo. Un desafío para la política de vivienda social*. Santiago: Ediciones SUR, pp. 23-57.
- Techo-Chile (2016) *Catastro de Campamentos 2016*. Santiago.
- Techo-Chile (2017) *A un paso del Campamento. Encuesta Techo 2017*. Santiago.
- TECHO-Chile y Fundación Vivienda (2021). *Catastro Nacional de Campamentos 2020-2021. Informe Ejecutivo*. Santiago: Centro de Estudios Socioterritoriales.
- Tironi, M. (2003) *Nueva pobreza urbana. Vivienda y capital social en Santiago de Chile, 1985-2001*. Santiago: PREDES/RIL Editores.
- Urbina, R. (1999) *Auge y ocaso del viejo "Pancho" 1830-1930*. Valparaíso: Editorial Puntángelos.
- Valdebenito, C. (2014). "El lugar de residencia de los pobres en una ciudad próspera. El caso de los asentamientos humanos irregulares en Viña del Mar-Chile", *Scripta Nova*, Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, vol. XVIII, n° 493 (26). Universidad de Barcelona. <https://revistes.ub.edu/index.php/ScriptaNova/article/view/15015/18368>
- Valenzuela, F. (2022) *Los campamentos y la persistencia de la urbanización informal en Chile : el caso del Área Metropolitana de Valparaíso (1990-2019)*. Trabajo presentado para la obtención del Doctorado en Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Vergara-Perucich, F. et al. (2022) "Vivienda informal y las organizaciones territoriales en América Latina", *Revista de Geografía Norte Grande*, n° 81: pp. 5-14. <https://revistanortegrande.uc.cl/index.php/RGNG/article/view/50165>
- Vergara-Perucich, F. y Boano, C. (2019). "El precio por el derecho a la ciudad ante el auge de campamentos en Chile", *Revista AUS-Arquitectura, Urbanismo, Sustentabilidad*, n° 26: pp. 51-57. Universidad Austral de Chile. doi: 10.4206/aus.2019.n26-09
- Zambrano, G. (2010) "Análisis crítico del Subsidio Diferenciado a la Localización", en 6° Congreso Internacional Ciudad y Territorio, Conferencia Virtual, Mexicali, 5, 6 y 7 Octubre 2010. Centre de Política de Sòl i Valoracions. Universidad Autónoma de Baja California. <https://hdl.handle.net/2099/12816>
- Zenteno Torres, E. et al. (2022) "Mujeres pobladoras en la reemergencia y consolidación de las tomas de terreno de Viña del Mar, Chile", *EURE-Revista de Estudios Urbano Regionales*, vol. 49, n° 47: pp. 1-22. <https://doi.org/10.7764/EURE.49.147.01>
- Zenteno Torres, E.; Muñoz Salazar, P. y Rosso Ávila, B. (2022) "Urbanización subalterna en tiempos de pandemia. Asentamientos informales en Chile", *Bitácora Urbano Territorial*, vol. 32, n° 2: pp. 267-280. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v32n2.99624>

## **Biomateriales para la transición sostenible del sector construcción: dinámica científica, innovación tecnológica y tendencias globales (2015-2024)**

### ***Biomaterials for the sustainable transition of the construction sector: scientific dynamics, technological innovation, and global trends (2015-2024)***

**Dra. Ing. Gloria Aponte**

<https://orcid.org/0000-0002-1029-8264>

Correo-e: [gapontef@ucab.edu.ve](mailto:gapontef@ucab.edu.ve)

**Ing. Johana Delgado**

<https://orcid.org/0000-0003-2913-1226>

Correo-e: [jodelgad@ucab.edu.ve](mailto:jodelgad@ucab.edu.ve)

**Dra. Lic. Beatriz Soledad Rodríguez**

<https://orcid.org/0000-0002-0705-674X>

Correo-e: [bsoledad@ucab.edu.ve](mailto:bsoledad@ucab.edu.ve)

---

Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela

DOI: <https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.1.04>

Recibido: diciembre 01/2025 | Aprobado:

octubre 23 / 2026 | Aceptado: octubre, 24/ 2026

#### **Resumen**

Este estudio analiza la dinámica global de los biomateriales en la construcción (2015-2024), impulsada por la conciencia ambiental y la economía circular. La investigación revela, mediante un análisis bibliométrico y de contenido, un interés científico creciente (publicaciones) contrastado con una tendencia constante en las solicitudes de patentes. China y Estados Unidos lideran la investigación y desarrollo, siendo las tecnologías estadounidenses a menudo las más citadas. Las principales tendencias se centran en el uso de: Residuos de agricultura (madera, bambú). Materiales biotecnológicos (micelio, algas, hongos). Los biomateriales demuestran ventajas significativas en eficiencia y sostenibilidad, ofreciendo resistencia mecánica superior a la de materiales tradicionales y la capacidad de disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo energético. El mercado global de materiales de construcción sostenibles se valoró en \$301.600 millones en 2024 y se proyecta que triplicará su valor para 2034.

#### **Descriptores**

Biomateriales, residuos agrícolas, biotecnología, materiales de construcción sostenibles, materiales de origen biológico.

#### **Abstract**

*This study analyzes the global dynamics of biomaterials in construction (2015-2024), driven by environmental awareness and the circular economy. Through bibliometric and content analysis, the research reveals a growing scientific interest (publications) contrasted with a steady trend in patent applications. China and the United States lead research and development, with US technologies frequently being the most cited. Key trends focus on the use of: agricultural waste (wood, bamboo) and biotechnological materials (mycelium, algae, fungi). Biomaterials demonstrate significant advantages in efficiency and sustainability, offering superior mechanical strength compared to traditional materials and the ability to reduce CO<sub>2</sub> emissions and energy consumption. The global market for sustainable building materials was valued at \$301.6 billion in 2024 and is projected to triple in value by 2034.*

#### **Descriptors**

*Biomaterials, agricultural residues, biotechnology, sustainable building materials, materials of biological origin.*

La industria de materiales de construcción sostenibles ha experimentado un rápido crecimiento, atribuible a la creciente concienciación sobre la protección del medio ambiente y la eficiencia energética de las infraestructuras. Una tendencia notable es el aumento de las transformaciones hacia la economía circular, donde se desarrollan productos para la reutilización, el reciclaje y la minimización de residuos. A medida que aumenta la conciencia mundial sobre problemas ambientales, arquitectos, ingenieros, legisladores y partes interesadas se enfocan cada vez más en técnicas de construcción sustentables y amigables con el medio ambiente.

Los biomateriales, provenientes de recursos renovables, han surgido como una alternativa prometedora para transformar el sector de la construcción, disminuyendo su impacto en el medio ambiente y ofreciendo alternativas innovadoras y económicas frente a los materiales tradicionales. Por lo tanto, optimizar la eficiencia energética, fomentar el uso de materiales de construcción ecológicos, y preservar los recursos son fundamentales para lograr la neutralidad de carbono en el sector de la construcción. La transición de antiguos materiales de construcción tales como cemento, acero y ladrillos hacia biomateriales ecológicos y respetuosos con el medio ambiente, favorecerá la preservación ecológica (Chen, L. et al. 2024). Señalan los autores que los biomateriales poseen la capacidad de disminuir más de 320.000 toneladas de emisiones de dióxido de carbono para el año 2050 y poseen ventajas tales como disminuir la absorción de agua en un 40%, disminuir el consumo de energía en un 8,7%, potenciar la absorción de sonido en un 6,7%, y mejorar las propiedades mecánicas.

Señalan Kozlova et al. (2024) que la incorporación de biotecnología en el diseño ecológico constituye una estrategia de vanguardia que utiliza procesos biológicos para potenciar la sostenibilidad y eficiencia en las prácticas de construcción. La biotecnología ofrece soluciones innovadoras a desafíos clásicos en el

campo de la construcción ecológica, empleando sistemas biológicos para optimizar la utilización de recursos, la eficiencia energética y la disminución de desechos. La biotecnología, al incluir organismos vivos, biomateriales y procesos biológicos en la planificación y edificación de estructuras, permite la construcción de estructuras que no solo respetan el entorno, sino que también son adaptativas y robustas. Un enfoque contemporáneo implica la inclusión de organismos vivos como algas, bacterias y hongos en materiales de construcción para potenciar su rendimiento. Por ejemplo, las algas pueden ser empleadas en biofachadas para absorber dióxido de carbono y generar oxígeno, además de aportar oxígeno.

Las empresas recurren cada vez más al uso de madera recuperada, metales reutilizados y hormigón reciclado para reducir su dependencia de materias primas vírgenes. Esto no solo reduce el nivel de contaminación, sino que también genera rentabilidad a largo plazo. Asimismo, los materiales de origen biológico, como los ladrillos de micelio, el bambú y el hormigón de cáñamo, están ganando popularidad por ser más respetuosos con el medio ambiente y poder sustituir fácilmente a los materiales tradicionales. En este trabajo se presentan las principales tendencias sobre el uso de los biomateriales en la construcción, tomando en cuenta los artículos y las solicitudes de patentes publicados en el mundo entre los años 2015- 2024.

## Metodología

En este trabajo se realizó una investigación documental combinada con la técnica de análisis de contenido y bibliométrico para examinar las principales tendencias sobre el uso de biomateriales en la construcción. Se utilizó la base de datos Lens.org, una fuente de información multidisciplinaria que indiza artículos publicados en revistas y congresos especializados y patentes de invención publicadas por las principa-

les oficinas de patentes del mundo. El estudio analizado abarcó el periodo comprendido entre los años 2015-2024. Para el caso de los artículos solo se tomaron en cuenta los artículos publicados en las conferencias y en las revistas arbitradas, considerando los campos de búsqueda: título, resumen, palabras clave y campo de estudio; mientras que para el caso de las patentes de invención solo fueron consideradas las solicitudes de patentes y los campos de búsqueda fueron: título, resumen y reivindicaciones.

La estrategia de búsqueda para recuperar el universo de información en el periodo 2015-2024 es la que se recoge en los cuadros siguientes.

Cabe destacar que la expresión mostrada los cuadros 1 y 2 corresponde al *string* de búsqueda avanzado (*query*) utilizado directamente en la plataforma Lens.org para la recuperación de documentos científicos y de patentes. Esta sintaxis responde a la lógica booleana propia

de los motores de búsqueda académicos y de propiedad intelectual, donde los operadores AND/OR, el uso de paréntesis, comillas y asteriscos (\*) permiten ampliar, combinar y truncar términos clave relacionados con materiales biobasados y micelio en el sector de la construcción.

## Resultados

La investigación científica relacionada con el uso de biomateriales en la construcción es un área que representa un alto interés en la comunidad científica internacional, así lo muestra la tendencia creciente acelerada de las publicaciones en revistas y congresos especializados en el mundo (gráfico 1). Mientras las solicitudes de patentes publicadas en el periodo de estudio, presentan una tendencia prácticamente constante en todo el periodo con un promedio

**Cuadro 1.** Estrategia de búsqueda para los artículos

<b>Palabras clave utilizadas</b>	(Bioplastic* OR biocomposite* OR biocement OR "mycelium based material" OR "Green building material" OR "cellulose-based materials" OR biomaterial* OR biopolymer* OR microorganism* OR bacteria OR "natural fiber" OR "biobased material OR "mycelium based composite*" OR "mycelium composite*" OR "agricultural waste*" OR "cellulose Nanofiber*" OR timber OR "bio-based material*" AND ( construct* OR building* )
<b>Campos de búsqueda</b>	Título (TI); Resumen (AB); Palabras clave (KW) y campo de estudio (FS)
<b>Tipo de documento</b>	Artículo de revista ( <i>journal article</i> ); Memoria de conferencia ( <i>conference proceedings article</i> )
<b>Periodo</b>	2015-2024

Fuente: Elaboración propia (2025).

**Cuadro 2.** Estrategia de búsqueda para las patentes

<b>Palabras clave utilizadas</b>	(Bioplastic* OR biocomposite* OR biocement OR "mycelium based material" OR "Green building material" OR "cellulose-based materials" OR biomaterial* OR biopolymer* OR microorganism* OR bacteria OR "natural fiber" OR "biobased material OR "mycelium based composite*" OR "mycelium composite*" OR "agricultural waste*" OR "cellulose Nanofiber*" OR timber OR "bio-based material*" AND ( construct* OR building* )
<b>Campos de búsqueda</b>	Título (TI); Resumen (AB); Reivindicaciones (CLM)
<b>Tipo de documento</b>	Solicitudes de patentes ( <i>applications</i> )
<b>Periodo</b>	2015-2024

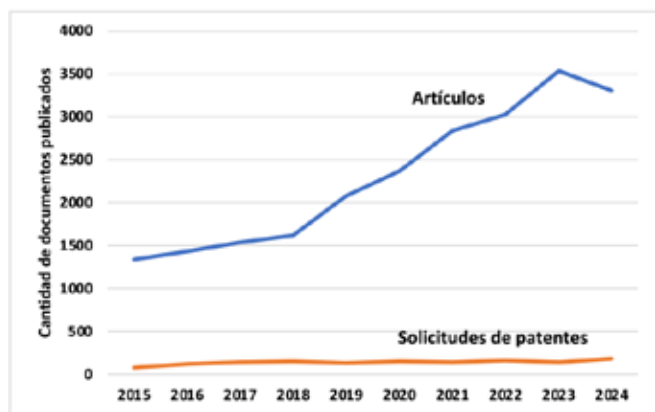
Fuente: Elaboración propia (2025).

90 de documentos de patentes durante el periodo. Por otra parte, los principales países que lideran las actividades de investigación y desarrollo en el área son China y Estados Unidos (ver gráfico 2).

Con respecto a las principales organizaciones, las tres primeras son chinas, lideradas por la Academia de Ciencias China (ver gráfico 3). Para el caso de las solicitudes de patentes no se observa un liderazgo en particular por organización alguna.

Con respecto a los desarrollos tecnológicos, la tendencia a utilizar residuos vegetales como madera, y bambú, entre los más importantes, presenta una tendencia acelerada los tres primeros años, seguida de una desaceleración en el uso de los mismos a partir del año 2019 (ver gráfico 4); mientras que el uso de materiales biotecnológicos, como micelio, algas y hongos entre los más importantes, presenta una tendencia cíclica en el periodo 2015-2024, con China como líder en el desarrollo de este tipo

**Gráfico 1.** Evolución de los documentos publicados



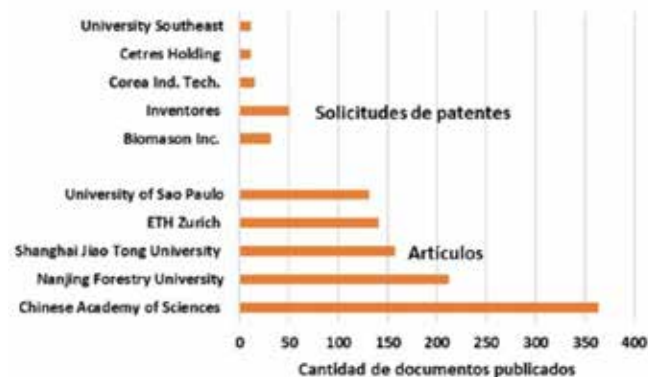
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de la base de datos Lens.org (2025)

**Gráfico 2.** Distribución de los documentos por principales países



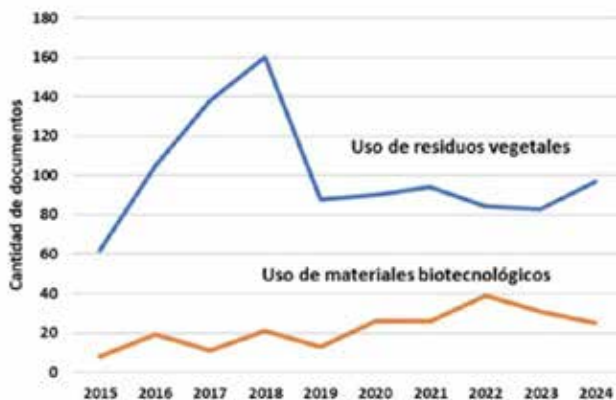
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de la base de datos Lens.org (2025)

**Gráfico 3.** Distribución de los documentos por principales organizaciones



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de la base de datos Lens.org (2025)

**Gráfico 4.** Evolución en el uso de los principales tipos de materiales



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de la base de datos Lens.org (2025)

de tecnologías con el 55% de las solicitudes de patentes publicadas en el área. Sin embargo, se observa que las tecnologías más relevantes (aquellos trabajos con mayor cantidad de citas) pertenecen a empresas de Estados Unidos (ver cuadro 3).

En el caso de los desarrollos tecnológicos más importantes relacionados con el uso de los materiales biotecnológicos se tiene que hay un liderazgo compartido entre las empresas de Estados Unidos y las chinas (ver cuadro 4).

Desde una mirada más específica, algunos de los trabajos publicados relacionados con el uso de los biomateriales en el sector construcción se detallan a continuación.

Almpani-Lekka et al. (2021), indican que los biomateriales fúngicos están ganando cada vez más popularidad en el campo de la arquitectura y el diseño, con una notable proliferación de proyectos generados en los últimos diez años. Mediante el uso de micelio como estabilizador para fibras obtenidas de agricultura, nuevos componentes constructivos pueden fabricarse

de acuerdo con el modelo de economía circular y emplearse en edificación arquitectónica, con el objetivo de cambiar el sector de la construcción hacia una mayor sostenibilidad ecológica y económica. Simultáneamente, estudios sobre estos materiales, particularmente biocompuestos fúngicos, están generando conocimiento que permite a los mismos materiales inspirar y modificar el diseño arquitectónico. Nuevas investigaciones sobre estos materiales no solo permiten su uso como materiales de construcción, sino que también motivan e impactan el proceso de diseño arquitectónico a través del descubrimiento y variación de estos.

Se ha manifestado un creciente interés en materiales verdes y reciclables para fomentar la economía circular. Además, el cambio climático de las últimas décadas ha provocado un aumento en el rango de temperaturas y energía consumida, lo que implica un mayor consumo de energía para calentar y refrigerar edificios. En un estudio efectuado por Martínez et al. (2023), se examinan las propiedades del tallo

**Cuadro 3.** Tecnologías más relevantes relacionadas con el uso de residuos vegetales

Tecnología	Aspectos relevantes	Cantidad de citas	Organización/País/Año de publicación
Obtención de dispersiones acuosas, vertibles, espumables, bombeables y fraguables	Material de construcción ligero contiene cemento y otros agregados y menos del 10% de almidón de patata, almidón de arroz, almidón de maíz y/o almidón de trigo de trozos de cereales, patatas y arroz triturados, cocidos y/o crudos	31	Wind Plus Sonne GmbH/EEUU/2019
Método y sistema para la construcción rápida de estructuras de hormigón armado mediante conjuntos prefabricados	El refuerzo estructural integrado comprende un material seleccionado del grupo de barras de acero, alambre de acero, barras compuestas reforzadas con fibra de carbono, con fibra de vidrio, con fibra de aramida, bambú y chapa de acero perforada.	23	Kt-India Llc/India/2016
Mortero aislante térmico compuesto de perlas de vidrio y paja de trigo	El material de aislante térmico ahorra energía y se puede utilizar en la construcción de edificios.	21	Univ Shandong Agriculture/China/2015
Azulejos a base de corcho	Fabricación de paneles a base de corcho	19	Knoll Inc/EE.UU./2017
Viga/columna ensamblada de bambú/madera	La construcción presenta una estructura de bambú/madera	16	Univ Nanjing Forestry, Nanjing Muyun Arch Design Co Ltd/China/2019

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de la base de datos Lens.org (2025)

de cáñamo (*Cannabis sativa*) como material de aislamiento con el objetivo de crear materiales reciclables y ecológicos y con ello disminuir el uso de energía y disminuir el ruido para mejorar el confort de las edificaciones. Los tallos de cáñamo son un producto de menor valor derivado de plantas de cáñamo; sin embargo, son un material de peso reducido con un alto grado de aislamiento. Las investigaciones proponen el uso de fibra de cartón reutilizable o basada en lignina para la creación de un material biocompuesto a partir de tallo de cáñamo, aunque la seguridad a largo plazo requiere de más estudios.

González et al. (2020) apuntan que es importante reorientar la actual industria de la construcción, que es uno de los principales causantes de la contaminación a nivel mundial, para lograr una eficiente innovación verde. Los auto-

res, hicieron un estudio para determinar y examinar las propiedades biomecánicas/estructurales y la eficacia de biopaneles compuestos en forma de sandwich hechos de bambú (*Bambusa vulgaris*), melina (*Gmelina arborea Roxb*) y balsa (*Ochroma pyramidale*). Examinaron experimentalmente 92 piezas bajo condiciones de compresión, flexión, corte, tensión, densidad, contenido de humedad, pegamento y delaminación de capas. Los datos experimentales fueron validados y compensados a través de 82 análisis de elementos finitos. Las conclusiones obtenidas se contrastaron con secciones equivalentes de materiales habituales en términos de resistencia, rigidez, comportamiento estructural y eficacia mecánica. Por ejemplo, los resultados indican que los biopaneles tienen una resistencia mecánica superior a dos y tres veces superior a una pared maciza de la-

**Cuadro 4.** Tecnologías más relevantes relacionadas con el uso de materiales biotecnológicos

Tecnología	Aspectos relevantes	Cantidad de citas	Organización/País/Año de publicación
Material de aislamiento térmico a partir de micelio y subproductos forestales	Un material aislante biodegradable que comprende un andamio estructural con un medio nutritivo para el micelio fúngico; y al menos un hongo resistente a la temperatura.	21	University of Alaska Anchorage/EEUU/2017
Sistemas de aislamiento y ventilación para edificaciones	Sistema de aislamiento y ventilación que comprende varias capas elaboradas con una mezcla de componentes polímeros, fibras y micelio.	17	Powerhouse Building Solutions/ EEUU/2015
Espuma de hongo ignífuga y ecológica	Es un método que incluye la mezcla y esterilización de materiales de cultivo que contienen bagazo y polvo de feldespato, la inoculación de hongos específicos, inoculados en un molde para su cultivo durante varios días, y el secado y deshidratación para obtener una espuma de hongo ecológica e ignífuga.	10	Univ Sichuan Agricultural, Shenzhen Zeqingyuan Tech Dev Service Co Ltd/ China/2015
Proceso para formar una barrera de agua inducida por un biolodo que se utiliza en fundaciones	Proceso para formar una capa de barrera de agua inorgánica sobre un sustrato poroso impregnado con bacterias con actividad ureasa. El sustrato puede ser usado en fundaciones.	9	Univ Nanyang Tech/ WO/2019
Método para reparar grietas de hormigón induciendo la deposición de carbonato de calcio a través de microorganismos.	El medio de cultivo se inocula con <i>Bacillus pasteurii</i> . El método presenta las ventajas de un envejecimiento rápido y una alta resistencia	9	Jiangsu Zhenjiang Res Institute of Building Science Group Co Ltd/ China/2019

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de la base de datos Lens.org (2025)

drillos y a una pared de bloques de hormigón, respectivamente. Además, poseen una eficacia mecánica superior a la del acero. Las conclusiones de los estudios biomecánicos corroboran la efectiva aplicación de los biopaneles de pared en proyectos de construcción no convencionales, incluso como componentes estructurales. La incorporación de los biopaneles de pared sugeridos en estructuras constructivas actuales disminuiría sustancialmente las muertes y demoliciones de viviendas durante eventos sísmicos y de viento debido a su extraordinaria flexibilidad, resistencia y ductilidad.

Para minimizar el impacto del cambio climático en nuestro entorno se han desarrollado varias soluciones eficientes en todos los sectores que consumen energía a nivel global, particularmente en el sector de la construcción. Señalan Lahayrech et al. (2024) que incrementar el rendimiento de los materiales envolventes de las construcciones utilizando biomateriales ha demostrado ser un método eficaz para mejorar el confort térmico, la capacidad de aislamiento acústico y disminuir las cargas de calefacción y refrigeración de las edificaciones.

El aislamiento térmico fabricado con biomateriales de baja energía es una alternativa prometedora para disminuir la necesidad de energía de la construcción actual y contribuir a la consecución de los objetivos climáticos 2050 de la Unión Europea. A pesar de tener propiedades atractivas, estos materiales no son muy comunes en el sector del aislamiento debido a diversas razones, incluyendo una implementación más complicada en comparación con opciones comerciales. Para superar esta restricción y modificar este patrón, el estudio realizado por Torres-Rivas, A. (2021) propone un método sistemático para producir combinaciones eficientes de biomateriales con menor costo e impacto ecológico, que pueden ser fabricados como sándwiches comerciales, paneles sólidos y esteras de fibra. La metodología aprovecha las proyecciones de la DEA (*Data En-*

*velopment Analysis*) para identificar combinaciones prometedoras de materiales de origen biológico que se consideran ecoeficientes considerando su costo y 18 indicadores de LCA (*Life Cycle Assessment*), incluyendo además un filtro adicional para descartar combinaciones poco atractivas desde un punto de vista comercial.

Disminuir el carbono presente en los materiales de construcción implica una transición de productos derivados de combustibles fósiles a opciones de origen biológico, además del diseño y desarrollo de nuevos biomateriales de tecnología ecológica que puedan actuar como reservorios de carbono. Scardifield et al. (2024) escribieron un artículo donde ofrecen un panorama general de las aplicaciones históricas y contemporáneas de las algas marinas en la edificación, con el objetivo de detectar vacíos y posibilidades para la creación de materiales de construcción basados en algas marinas que puedan respaldar la expulsión de carbono del aire a través de la fotosíntesis algal, resaltando la importancia de las alianzas de investigación interdisciplinarias que pueden situarse en el área en crecimiento del biodiseño, donde se emplean la investigación y los procedimientos de diseño para impactar en el progreso de la ciencia de los materiales. Como estudio de caso los autores exponen el diseño de ladrillos de algas marinas a través de un enfoque de biorrefinería que tiene como objetivo valorar la biomasa residual de algas marinas cultivada para la administración de aguas residuales, descubriendo oportunidades de valor añadido para este subproducto de algas marinas y nuevas oportunidades para el almacenamiento de carbono en el ambiente edificado, especificando el desarrollo de un prototipo a escala 1 para una exhibición en la Galería de Arte del Sur de Australia, con el objetivo de mostrar la apariencia de los productos de biomasa derivados de macroalgas, fomentar la aceptación social y promover la futura adopción de materiales de construcción sustentables derivados de algas marinas.

## Aspectos relacionados con el mercado

Con respecto al mercado global de materiales de construcción sostenibles se valoró en 301.600 millones de dólares en 2024 y se prevé que alcance los 907.100 millones de dólares para 2034, con una tasa de crecimiento anual compuesta (TCAC) del 11,9 % entre 2025 y 2034. Los gobiernos y las organizaciones pertinentes han desarrollado políticas estrictas para reducir las emisiones de carbono, los residuos y el consumo de energía en la construcción. Estas políticas incluyen el Pacto Verde Europeo, el liderazgo LEED en políticas de diseño energético y ambiental, y los códigos nacionales de sostenibilidad, cuyo objetivo es que los promotores utilicen materiales ecológicos. La sostenibilidad se promueve aún más con la adopción de materiales reciclados, biodegradables y energéticamente eficientes por parte de la industria de la construcción (GMI, 2025; IEA, 2025).

### Últimos desarrollos tecnológicos en el mercado:

- En 2024, Cemex presentó un nuevo cemento hidrófugo bajo su marca Vertua, diseñado para mitigar los problemas de humedad y prolongar la vida útil de los proyectos de construcción. Este producto se mezcla y funciona igual que el cemento gris convencional.
- En noviembre de 2023, bajo su marca EvoZero, Heidelberg Materials lanzó el primer cemento cero emisiones netas, mediante la tecnología de captura y almacenamiento de carbono en la planta de Heidelberg en Brevik, Noruega.
- En junio de 2023, Saint-Gobain India presentó un nuevo producto de vidrio con una huella de carbono reducida. Se proyecta que este innovador vidrio reducirá las emisiones de carbono en aproximadamente 40 % en comparación con la oferta actual de Saint-Gobain en India.

## Discusión de resultados

La investigación revela un alto y creciente interés de la comunidad científica internacional en los biomateriales para la construcción, contrastando con un desarrollo tecnológico más estable.

### Tendencias de interés científico y desarrollo tecnológico

**Publicaciones vs. Patentes:** La publicación de artículos en revistas y congresos especializados presenta una tendencia creciente acelerada. En contraste, las solicitudes de patentes de invención han mostrado una tendencia constante a lo largo del periodo de estudio (2015-2024), con un promedio de 90 documentos de patente al año. Esto sugiere que, si bien el interés académico y de investigación ha aumentado rápidamente, la materialización de esos avances en desarrollos tecnológicos patentados ha mantenido un ritmo más uniforme.

**Liderazgo geográfico:** China y Estados Unidos son los países líderes en investigación y desarrollo en esta área. De hecho, las tres principales organizaciones en cuanto a documentación son chinas, lideradas por la Academia de Ciencias China. Sin embargo, a pesar del liderazgo de China en la cantidad de solicitudes de patentes en materiales biotecnológicos (55%), las tecnologías más relevantes (con mayor cantidad de citas) provienen de empresas de Estados Unidos.

### Tipos de biomateriales y tendencias de uso

El interés se centra en dos categorías principales de biomateriales:

**Categoría 1- Residuos de Agricultura:** Los materiales como la madera y el bambú han sido muy importantes. La tendencia en el uso de estos residuos vegetales mostró un creci-

miento acelerado en los primeros tres años del período de estudio, seguido de una desaceleración a partir de 2019. En términos de aplicaciones relevantes, las tecnologías más citadas incluyen el uso de almidón de patata, arroz, maíz y/o trigo en dispersiones como ligantes para materiales de construcción ligeros; el uso de bambú como refuerzo estructural; y el desarrollo de morteros con función de aislamiento térmico compuestos por perlas de vidrio y paja de trigo. En la literatura, se reportan desarrollos de materiales constructivos bio-basados donde el almidón funciona como ligante (por ejemplo, formulaciones tipo *building material* basadas en almidón y agregados), respaldando su empleo en matrices ligeras (Kulshreshtha et al., 2017). Asimismo, se ha documentado el uso del bambú como refuerzo en elementos de concreto, destacando su potencial en aplicaciones estructurales (Ghavami, 2005), y el avance de productos de bambú ingenierizado para uso estructural (Sharma et al., 2015). De forma complementaria, se han investigado morteros ligeros y con mejora térmica que incorporan agregado de vidrio expandido/reciclado (Yousefi et al., 2020) y *plasters*/morteros con fibras naturales como paja de trigo, con impacto sobre conductividad térmica y desempeño de aislamiento (Ashour et al., 2010). En conjunto, estas líneas sostienen el potencial de los residuos agrícolas para materiales constructivos ligeros, reforzados y con desempeño térmico mejorado.

**Categoría 2-Materiales biotecnológicos:** El uso de estos materiales ha presentado una tendencia cíclica entre 2015-2024. Esta categoría comprende biomateriales de origen microbiano y algal, incluyendo hongos (micelio) y algas, cuyo desarrollo y adopción en arquitectura y construcción ha mostrado una evolución no lineal durante la última década. En particular, los biocompuestos fúngicos basados en micelio se han consolidado como agentes estabilizantes de fibras lignocelulósicas (incluidas aquellas

provenientes de residuos agrícolas) para la fabricación de componentes constructivos ligeros, coherentes con los principios de economía circular y de baja huella de carbono (Almpani-Lekka et al., 2021). Revisiones tecnológicas indican que estos materiales presentan propiedades mecánicas y de aislamiento térmico/acústico adecuadas para aplicaciones no estructurales (por ejemplo, paneles, elementos modulares y módulos), con ventajas en biodegradabilidad, bajo impacto ambiental y potencial de fabricación a partir de residuos (Jones et al., 2018; Cerimi et al., 2019).

Paralelamente, las algas se investigan y emplean en soluciones de biofachadas fotobiorreactoras (PBR) capaces de capturar CO<sub>2</sub> y producir O<sub>2</sub>, así como en el desarrollo de unidades constructivas y compuestos a base de biomasa algal con potencial de almacenamiento de carbono y valorización de recursos biogénicos. Además de la captura de CO<sub>2</sub> y la producción de O<sub>2</sub>, estas fachadas bioactivas aportan sombreado dinámico, aislamiento térmico, creación de microclimas térmicamente controlados y conversión de radiación solar en biomasa, evidenciando reducciones en la demanda energética operativa del edificio, con ahorros estimados de hasta aproximadamente 30% por disminución de las cargas de calefacción, refrigeración, ventilación e iluminación en edificios integrados con PBR (Sedighi et al., 2023). Asimismo, se reportan tasas medias de secuestro de CO<sub>2</sub> del orden de 5 g·ft<sup>-2</sup>·día<sup>-1</sup> bajo condiciones operativas óptimas, lo que refuerza el rol de estas biofachadas como sumideros de carbono a escala de edificio (Sedighi et al., 2023).

Casos demostrativos como BIQ House evidencian la viabilidad técnico-energética de la integración algal en fachadas mediante la producción conjunta de biomasa y la recuperación de calor para el sistema energético del edificio, así como beneficios adicionales de control solar y acústico en la envolvente (Arup, 2013; Bitoria y Thakkar, 2020). Asimismo, la biomasa al-

gal generada en sistemas de fotobiorreactores (PBR) puede valorizarse energéticamente y emplearse en otros usos bio-basados, ampliando el abanico de funciones ambientales integradas en la envolvente (Sedighi et al., 2023; Jones et al., 2018). En conjunto, estos desarrollos respaldan la pertinencia de los materiales biotecnológicos como vectores de ecoeficiencia y circularidad en la envolvente y en componentes arquitectónicos, y la convergencia entre micelio como biocompuesto estructurante de fibras y algas como biofachadas activas amplía el portafolio de soluciones para envolventes de alto desempeño ambiental, con impacto directo en la ecoeficiencia, la circularidad y la mitigación de emisiones.

### Avances en propiedades y sostenibilidad

La investigación documental destaca las siguientes ventajas y aplicaciones de los biomateriales:

- **Eficacia mecánica y desempeño estructural.** Estudios experimentales y numéricos recientes evidencian el alto potencial estructural de biopaneles compuestos ligeros tipo sándwich elaborados a partir de bambú, melina y balsa. En particular González et al. (2020) reportan que este tipo de biopaneles alcanza resistencias mecánicas del orden de dos y hasta tres veces superiores a las obtenidas en cerramientos tradicionales de mampostería de ladrillo macizo y bloques de hormigón, respectivamente, así como niveles de eficiencia mecánica significativamente mayores en comparación con el acero, cuando se analiza la relación resistencia/peso. Adicionalmente, el comportamiento biomecánico de estos sistemas evidencia una elevada capacidad de deformación, ductilidad y absorción de energía, lo cual sugiere un desempeño favorable frente a acciones sísmicas y cargas de vientos,

con potencial para contribuir a la reducción de pérdidas humanas y daños estructurales en escenarios de eventos extremos. Además de los resultados reportados por González et al. (2020) sobre la elevada resistencia y eficiencia mecánica de biopaneles tipo sándwich a base de bambú, melina y balsa, la evidencia científica respalda que los paneles sándwich con núcleo de madera ligera, como la balsa (*Ochroma pyramidale*), presentan propiedades mecánicas específicas (resistencia y rigidez en relación con el peso) sobresalientes que los hacen adecuados para aplicaciones estructurales ligeras, al tiempo que aportan sostenibilidad ambiental y menor peso total en el sistema (Galos et al., 2022). Investigaciones comparativas han mostrado que los núcleos de balsa pueden ofrecer resistencia a la flexión y módulos de elasticidad altos en ensayos de tres puntos frente a otros materiales de núcleo, respaldando su uso en paneles que deben soportar cargas mecánicas significativas (Pach et al., 2025). Por otra parte, análisis sobre el comportamiento sísmico de sistemas estructurales basados en bambú (debido a su baja densidad, alta relación resistencia-peso y flexibilidad inherente) sugieren que este tipo de materiales puede favorecer un mejor desempeño ante cargas dinámicas, con potencial para absorber deformaciones sin fallas catastróficas, lo cual es consistente con una respuesta favorable en eventos sísmicos o cargas de viento (Zhang et al., 2025; Crisancho et al., 2024). Es así como estas evidencias complementan los resultados experimentales de biopaneles y fortalecen la idea de que soluciones estructurales basadas en materiales lignocelulósicos de bajo peso no sólo mejoran la eficiencia mecánica, sino que también pueden contribuir a una mayor resiliencia en construcciones sostenibles.

- **Aislamiento y eficiencia energética.** Los biomateriales de base vegetal, en particular los derivados de tallos de cáñamo, presentan un bajo peso específico y un desempeño aislante térmico y acústico competitivo, lo que los posiciona como soluciones eficaces para mejorar el comportamiento de la envolvente edificatoria. La revisión de Martínez et al. (2023) sistematiza que los biocompuestos aislantes basados en cáñamo muestran conductividades térmicas típicas en el rango de materiales aislantes y coeficientes de absorción acústica elevados, con implicaciones directas en la reducción de cargas de calefacción y refrigeración y en la mejora del confort interior. En línea con ello, Asdrubali et al. (2015) y Jerman et al. (2019) reportan que los aislantes naturales pueden igualar el desempeño higratérmico de soluciones convencionales en aplicaciones de rehabilitación y nueva edificación, contribuyendo a una mejor respuesta térmica del cerramiento del edificio. Adicionalmente, estudios experimentales sobre fibras y partículas vegetales evidencian altos coeficientes de absorción sonora en configuraciones porosas, lo que refuerza su utilidad para el control acústico (Santoni et al., 2019). En conjunto, la combinación sistemática de biomateriales aislantes en sistemas multicapa o soluciones híbridas emerge como una estrategia eficaz para incrementar la ecoeficiencia del sistema envolvente, mejorar el confort térmico-acústico y disminuir la demanda energética operativa del edificio (Martínez et al., 2023; Asdrubali et al., 2015).
- **Impacto ambiental y biotecnología.** La literatura reciente evidencia que los biomateriales aplicados al sector de la construcción poseen un potencial relevante para reducir el impacto ambiental del entorno edificado. En escenarios prospectivos de adopción a escala sectorial, los materia-

les bio-basados podrían contribuir a una reducción acumulada superior a 320.000 toneladas de CO<sub>2</sub> hacia 2050, junto con disminuciones en el consumo energético operativo del orden de 8,7% y mejoras en la absorción acústica cercanas al 6,7%, además de beneficios asociados al desempeño higratérmico y mecánico (Chen et al., 2024). Estos resultados se enmarcan en una evidencia más amplia que reconoce que el entorno construido contribuye de manera sustantiva a las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo del ciclo de vida de los edificios. Asimismo, dicha literatura muestra que la incorporación de materiales de bajo carbono puede reducir de forma significativa estos impactos cuando el desempeño ambiental se analiza mediante enfoques de LCA, permitiendo identificar y mitigar emisiones tanto en la fase de producción de materiales como en las etapas de construcción, uso y fin de vida (Röck et al., 2020; Pomponi y Moncaster, 2017). En este contexto, la biotecnología se presenta como una línea de desarrollo relevante para mejorar la sostenibilidad y el desempeño de los materiales de construcción, a través de la aplicación de procesos biológicos y del uso de organismos vivos (como algas, bacterias y hongos) en la elaboración de biocompuestos, biocementos y materiales basados en micelio, así como en la implementación de sistemas bio-reactivos en la envolvente de los edificios (Chen et al., 2024; Jones et al., 2018; Biloría y Thakkar, 2020; Sedighi et al., 2023). Estas aproximaciones permiten reducir la huella de carbono de los materiales y mejorar el desempeño térmico-ambiental del edificio cuando se integran adecuadamente en soluciones constructivas, contribuyendo a la transición hacia modelos de edificación de menor impacto (Röck et al., 2020; Pomponi y Moncaster, 2017).

## Conclusiones

Los resultados analizados en el periodo 2015-2024 permiten establecer las siguientes conclusiones más importantes:

1. Existe un interés de la comunidad científica internacional elevado y en rápido aumento en el uso de biomateriales en el sector de la construcción, tal como lo demuestra la acelerada tendencia creciente en las publicaciones de artículos.
2. Avance tecnológico focalizado: Aunque la tasa de solicitudes de patentes se mantiene constante, existe un enfoque claro en materiales provenientes de residuos de agricultura (madera, bambú) y materiales biotecnológicos (algas, hongos, micelio) como las tendencias más importantes.
3. Liderazgo dual: China y Estados Unidos lideran la investigación y desarrollo. China domina en volumen de patentes en materiales biotecnológicos, mientras que las tecnologías más citadas (relevantes) a menudo provienen de empresas estadounidenses.
4. Potencial de sostenibilidad comprobado: Los biomateriales ofrecen beneficios significativos para la sostenibilidad y la eficiencia del sector. Estos beneficios incluyen ventajas mecánicas superiores a materiales tradicionales (como ladrillos y hormigón) en aplicaciones estructurales, mejoras en el aislamiento térmico y acústico, y una capacidad crucial para disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo de energía.
5. Mercado en crecimiento: El mercado global de materiales de construcción sostenibles fue valorado en 301.600 millones de dólares en 2024 y se proyecta que alcanzará los 907.100 millones de dólares para 2034, impulsado por políticas gubernamentales estrictas y la adopción de materiales reciclados, biodegradables y energéticamente eficientes.

## Referencias bibliográficas

- Almpani-Lekka, D.; Pfeiffer, S.; Schmidts, C.; Seo, Seung-il (2021). "A review on architecture with fungal biomaterials: the desired and the feasible", in: *Fungal Biology and Biotechnology* 8, 17. <https://doi.org/10.1186/s40694-021-00124-5>
- Arup (2013). World-first façade system to cultivate micro-algae to generate heat and biomass as renewable energy sources. <https://www.arup.com/projects/solarleaf/>
- Asdrubali, F.; D'Alessandro, F.; Schiavoni, S. (2015). "A review of unconventional sustainable building insulation materials", in: *Sustainable Materials and Technologies*, 4, pp. 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2015.05.002>
- Ashour, T.; Wieland, H.; Georg, H.; Bockisch, F.-J.; Wu, W. (2010). "The influence of natural reinforcement fibres on insulation values of earth plaster for straw bale buildings", in: *Materials & Design*, 31(10): pp. 4676-4685. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2010.05.026>
- Biloria, N.; Thakkar, Y. (2020). "Integrating algae building technology in the built environment: A cost and benefit perspective", in: *Frontiers of Architectural Research*, 9(2): pp. 370-384. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.12.004>

- Cerimi, K.; Akkaya, K.C; Pohl, C. et al. (2019). "Fungi as source for new bio-based materials: a patent review", in: *Fungal Biology and Biotechnology* 6, 17. <https://doi.org/10.1186/s40694-019-0080-y>
- Chen, L.; Zhang, Y.; Chen, Z et al. (2024). "Biomaterials technology and policies in the building sector: a review", in: *Environmental Chemistry Letters* 22: pp. 715-750. <https://doi.org/10.1007/s10311-023-01689-w>
- Cristancho, K.; Otálvaro, I. F.; Ruiz, D. M.; Barrera, N.; Villalba-Morales, J. D.; Alvarado, Y. A.; Cundumí, O. (2025). "Seismic Behavior of Bahareque Walls Under In-Plane Horizontal Loads", in: *Buildings*, 15(1), 4. <https://doi.org/10.3390/buildings15010004>
- Galos, J.; Das, R.; Sutcliffe, M. P.; Mouritz, A. P. (2022). "Review of balsa core sandwich composite structures", in: *Materials & Design*. <https://doi.org/10.17863/CAM.87144>
- Ghavami, K. (2005). "Bamboo as reinforcement in structural concrete elements", in: *Cement and Concrete Composites*, 27(6): pp. 637-649. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2004.06.002>
- GMI-Global Market Insights (2025). Sustainable construction materials market size & Share 2025-2034. <https://www.gminsights.com/industry-analysis/sustainable-construction-materials-market>
- González, O. M.; García, A.; Guachambala, M.; Navas, J. F. (2021). "Innovative sandwich-like composite biopanel-towards a new building biomaterials concept for structural applications in nonconventional building systems", in: *Wood Material Science & Engineering*, 16(2): pp. 132-148. <https://doi.org/10.1080/17480272.2020.1819871>
- IEA-International Energy Agency (2025). *Energy Efficiency 2025*. Buildings. Paris. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2025/buildings>
- Jerman, M.; Palomar, I.; Kočí, V. and Černý, R. (2019). "Thermal and hygric properties of biomaterials suitable for interior thermal insulation systems in historical and traditional buildings", in: *Building and Environment*, 154: pp. 81-88. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.03.020>
- Jones, M.; Bhat, T.; Kandare, E. et al. (2018) "Thermal Degradation and Fire Properties of Fungal Mycelium and Mycelium - Biomass Composite Materials", in: *Scientific Reports* 8, 17583. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-36032-9>
- Kozlova, E., Bemidova, A. and Edilsultanova, L. (2024). "Innovative Biomaterials in Green Construction: Economic Benefits and Challenges", in: *E3S Web of Conf.* 537, 06011. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453706011>
- Kulshreshtha, Y.; Schlangen, E.; Jonkers, H. M.; Vardon, P. J. and van Paassen, L. A. (2017). "CoRncrete: A corn starch based building material", in: *Construction and Building Materials*, 154: pp. 411-423. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.07.184>
- Lahayrech, S.; Siroux, M.; El Maakoul, A.; Khay, I.; Degiovanni, A. (2024). "Performance of Biomaterials in Buildings: A Scoping Review of the Recent Literature", in: Ali-Toudert, F., Draoui, A., Halouani, K., Hasnaoui, M., Jemni, A., Tadríst, L. (eds) *Advances in Thermal Science and Energy*. JITH 2022. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-43934-6\\_50](https://doi.org/10.1007/978-3-031-43934-6_50)
- Lens.org (2025). Patent search: Structured search results. <https://www.lens.org/lens/search/patent/structured>
- Lens.org (2025). Scholar search: Structured search results. <https://www.lens.org/lens/search/scholar/structured>
- Martínez, B.; Bernat-Maso, E. and Gil, L. (2023). "Applications and Properties of Hemp Stalk-Based Insulating Biomaterials for Buildings: Review", in: *Materials*, 16 (8), 3245. <https://doi.org/10.3390/ma16083245>
- Pach, J.; Wróblewski, R.; Muszyński, B. (2025). "Comparative Analysis of Sandwich Composites with Balsa, Rohacell®, and Nomex® Cores for Aerospace Applications", in: *Materials*, 18 (5), 1126. <https://doi.org/10.3390/ma18051126>
- Pomponi, F.; Moncaster, A. (2017). "Circular economy for the built environment: A research framework", in: *Journal of Cleaner Production*, 143: pp. 710-718. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055>

- Röck, M.; Mendes Saade, M. R.; Balouktsi, M.; Rasmussen, F. N.; Birgisdóttir, H.; Frischknecht, R.; Habert, G.; Lützkendorf, T.; Passer, A. (2020). "Embodied GHG emissions of buildings. The hidden challenge for effective climate change mitigation", in: *Applied Energy*, 258, 114107. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114107>
- Santoni, A.; Bonfiglio, P.; Fausti, P.; Maescotti, C.; Mazzanti, V.; Mollica, F. and Pompoli, F. (2019). "Improving the sound absorption performance of sustainable thermal insulation materials: Natural hemp fibres", in: *Applied Acoustics*, 150: pp. 279-289. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.02.022>
- Scardifield, K.; McLean, N.; Kuzhiumparambil, U. et al. (2024). "Biomasonry products from macroalgae: A design driven approach to developing biomaterials for carbon storage", in: *Journal of Applied Phycology* 36: pp. 935-950. <https://doi.org/10.1007/s10811-023-03051-7>
- Sedighi, M.; Pourmoghaddam Qhazvini, P.; Amidpour, M. (2023). "Algae-Powered Buildings: A Review of an Innovative, Sustainable Approach in the Built Environment", in: *Sustainability*, 15 (4), 3729. <https://doi.org/10.3390/su15043729>
- Sharma, B.; Gatóo, A.; Bock, M., & Ramage, M. (2015). "Engineered bamboo for structural applications", in: *Construction and Building Materials*, 81: pp. 66-73. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.01.077>
- Torres-Rivas, A.; Pozo, C.; Palumbo, M.; Ewertowska, A.; Jimenez, L.; Boer, D. (2021). "Systematic combination of insulation biomaterials to enhance energy and environmental efficiency in buildings", in: *Construction and Building Materials*, 267, 120973. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120973>
- Yousefi, A.; Tang, W.; Khavarian, M.; Fang, C., and Wang, S. (2020). "Thermal and Mechanical Properties of Cement Mortar Composite Containing Recycled Expanded Glass Aggregate and Nano Titanium Dioxide", in: *Applied Sciences*, 10 (7), 2246. <https://doi.org/10.3390/app10072246>
- Zhang, Y.; Zhang, J.; Gu, Y.; Zhang, J. and Zheng, K. (2025). "Seismic Demand Prediction in Laminated Bamboo Frame Structures: A Comparative Study of Intensity Measures for Performance-Based Design", in: *Buildings*, 15(12), 2039. <https://doi.org/10.3390/buildings15122039>



## Metodología en la Autoevaluación de la UCV: el diseño detrás de la acreditación

**Dra. Teresa Noriega Velásquez**

<https://orcid.org/0000-0003-3289-913X>

Directora de Calidad Educativa y Acreditación.  
Vicerrectorado Académico - UCV

La reciente validación internacional de la Universidad Central de Venezuela (UCV) por parte del Alto Consejo Francés para la Evaluación de la Investigación y la Educación Superior (Hcéres) representa un hito sin precedentes. No obstante, para comprender la magnitud de este logro, es imperativo distinguir entre dos procesos inéditos y complementarios: primero, la Autoevaluación Institucional, un ejercicio científico de mirada interna; y segundo, el Proceso de Acreditación, que se activa formalmente solo tras la entrega y análisis del Informe Final de dicha autoevaluación.

La gestión de los procesos de autoevaluación institucional y de acreditación internacional estuvo a cargo del Vicerrectorado Académico, bajo la gerencia de la Dra. María Fátima Garcés Da Silva, a través de la Dirección de Calidad educativa y acreditación a cargo de la Dra. Teresa Noriega Velásquez.

### Una metodología de diseño centrada en el saber

La arquitectura de este proceso de autoevaluación con fines de acreditación se alejó de la simple recolección burocrática de indicadores. El diseño metodológico se estructuró como una herramienta de gobernanza inteligente, enfocada en dirigir la inteligencia colectiva. El elemento diferenciador fue el estudio de actores clave (*stakeholders*), reconociendo que la universidad es un sistema vivo donde el conocimiento fluye a través de redes humanas. Este enfoque permitió identificar nudos

**Jornada inaugural sobre el trabajo del Comité de la Delegación Francesa de Acreditación en los espacios del despacho rectoral (10 de noviembre 2025)**



Fotografías: Cortesía UCV Noticias

Fuente: <https://ucvnoticias.ucv.ve/ucv/ucv-acreditacion-delegacion-francesa/>

críticos y asegurar que el diagnóstico técnico no quedara aislado de la realidad operativa de las 11 facultades y sus 43 escuelas.

## Desafíos y aprendizajes

El proceso de autoevaluación para la construcción del Informe final no estuvo exento de dificultades significativas que pusieron a prueba la resiliencia institucional:

**Dispersión geográfica:** La UCV posee sedes en múltiples ubicaciones, lo que representó un reto logístico mayúsculo. Garantizar la cobertura y participación en campus como Maracay o en sedes externas de salud pública y medicina exigió una coordinación de recursos extrema.

**Limitaciones de talento humano:** El Departamento de Acreditación y Calidad Educativa operó con un personal reducido, lo que supuso una presión constante sobre el equipo para cumplir en tiempos récord con los estándares internacionales.

**Contexto y participación:** La aplicación de instrumentos (que requerían hasta 30 minutos de dedicación) coincidió con periodos de exámenes y vacaciones, hecho que –sumado a las condiciones adversas del entorno nacional– supuso un obstáculo para la recolección masiva de datos.

A pesar de estos límites, la solidez técnica se mantuvo. Se aplicó un muestreo estratificado voluntario que alcanzó a 798 docentes, 1552 estudiantes y 1329 egresados, validando la fiabilidad de los instrumentos con un estadígrafo Alfa de Cronbach superior a 0.86.

## Dos procesos inéditos en sincronía

Es fundamental resaltar que la UCV no solo se “acreditó”, sino que con esta experiencia inauguró una cultura de evaluación institucional científica.



La Dra Teresa Noriega junto al equipo de Evaluación de la Investigación y la Educación Superior (Hcéres)



Miembros del Equipo de Evaluación de la Investigación y la Educación Superior (Hcéres).



La **autoevaluación institucional** fue el motor primario. Un proceso de autorreconocimiento que transformó la técnica FODA en una reflexión crítica sobre la gobernanza, la investigación y la vida universitaria.

El **proceso de acreditación** fue la fase de validación externa. Una vez que el Informe Final de Autoevaluación fue consolidado y enviado, el Hcéres activó su protocolo de evaluación bajo el marco para instituciones extranjeras, abarcando 16 pautas y múltiples indicadores de calidad.

## Conclusión

Como resultado, el proceso de autoevaluación institucional de la UCV revela una organización con un alto prestigio internacional y un talento humano resiliente, cuya principal fortaleza radica en su compromiso ético y su capacidad para mantener la excelencia académica y la autonomía a pesar de un entorno adverso. No obstante, enfrenta debilidades críticas como una asignación presupuestaria deficitaria, una estructura burocrática fragmentada y una alarmante fuga de talento docente. En el ámbito externo, la universidad identifica amenazas severas derivadas de la inestabilidad económica y política del país, pero vislumbra oportunidades estratégicas en la consolidación de alianzas internacionales, el aprovechamiento de su diáspora de egresados y la aceleración de la transformación digital para expandir su oferta académica más allá de las fronteras físicas del campus.

Durante el encuentro, el rector realizó la presentación de un plan estratégico basado en los temas «*Talento Humano y Clima Institucional*», cuyos objetivos se centran en la consolidación de equipos para fortalecer el trabajo colaborativo y la satisfacción laboral, así como la implementación de sistemas de gestión del desempeño y estímulo.

La culminación de la visita *in situ* en noviembre de 2025 y la posterior acreditación con el tiempo máximo (5 años) que otorga el Hcéres confirman que la UCV es capaz de autoevaluarse con rigor bajo estándares globales. Los nudos críticos identificados no son solo debilidades, sino la base de una hoja de ruta para una gobernanza más transparente y eficiente. Este doble proceso inédito deja a la “Casa que vence la sombra” en una posición de vanguardia, demostrando que la calidad académica es, ante todo, un compromiso con la verdad y la mejora continua.

Como consecuencia de este proceso, las recomendaciones del Hcéres para la UCV se centran en la modernización de la gestión estratégica y la sostenibilidad institucional, instando a paliar la crisis presupuestaria mediante una política de recursos propios integrada y co-construida con las facultades. El organismo subraya la necesidad de formalizar un plan estratégico plurianual con metas claras, optimizar la estructura operativa para eliminar redundancias y desarrollar sistemas de información interoperables que garanticen la seguridad y consolidación de datos. Asimismo, se propone establecer una política central de investigación de carácter transdisciplinario que maximice el impacto académico, todo esto bajo el paraguas de una cultura de mejora continua que implemente, de forma definitiva, una política de calidad integral en toda la universidad.



**Dra. María Fátima Garcés Da Silva**

Vicerrectora Académica de la Universidad Central de Venezuela – VRAC-UCV  
<https://orcid.org/0000-0002-5113-598X>

**Dra. Isabel Andueza**

Coordinadora ejecutiva – VRAC-UCV  
<https://orcid.org/0000-0002-1585-862X>

**Esp. Antonio Contreras**

Jefe de Relaciones Institucionales – VRAC-UCV  
<https://orcid.org/0009-0009-9315-3383>

## Congreso Internacional de Sostenibilidad Alianza para la Acción Climática y la Sostenibilidad

Caracas, 17 al 20 de marzo 2026

El Congreso Internacional de Sostenibilidad 2026, celebrado en los espacios de la Ciudad Universitaria de Caracas, sede principal de la Universidad Central de Venezuela, se consolidó como el evento científico y académico más relevante de la región en materia ambiental. Durante tres días de sesiones plenarias, precedidos por una dinámica agenda de sensibilización y cuatro jornadas de intercambio en la investigación técnica, la Universidad Central de Venezuela (UCV), junto a la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), la Universidad Metropolitana (UNIMET) y la Embajada de Francia, lideraron un espacio de diálogo transdisciplinar que integró a 1.500 participantes y 340 trabajos de investigación que mostraron una amplia variedad de ejes temáticos tales como: Ecología política y ética ambiental; Ecología y resiliencia climática; Educación ambiental para la sostenibilidad y participación ciudadana; Innovación social y tecnológica; Justicia ambiental y territorial. El evento se destacó por su equilibrio entre la excelencia académica, el resguardo de la identidad cultural, así como la participación de empresas líderes y organismos multilaterales comprometidos con la necesidad de abordar la crisis climática y crear un mejor futuro para nuestro país.



Dra. María Fátima Garcés.

Fotografía: cortesía de la Lic. Andrea García Lara.

## Prolegómenos: La construcción del pensamiento crítico

El éxito del congreso fue el resultado de una maduración intelectual iniciada meses antes de su instalación. La promoción del evento y la agenda pre-congreso se diseñaron para sensibilizar a la comunidad universitaria y público en general. Fue así como el jueves 5 de marzo, en el Auditorio de la Escuela de Geología, Geofísica y Minas de la UCV, se proyectó el documental *Chiribiquete: viaje a la memoria ancestral*, gracias a la acción conjunta del Vicerrectorado Académico de la UCV y la Embajada de Colombia. Este espacio permitió un diálogo entre la antropología y la ingeniería sobre la gestión de territorios sagrados.

Posteriormente, el lunes 16 de marzo, se llevó a cabo el *Encuentro entre Investigadores de la UCV*, durante el cual más de 60 investigadores ucevistas validaron las metodologías de los ejes temáticos y se establecieron conexiones estratégicas con el Sistema Económico Latinoamericano (SELA).

A continuación, el martes 17 de marzo, mientras en el Instituto Anatómico se daba inicio a la fase de intercambio científico con las ponencias presenciales, en la Sala de Conciertos de la UCV se desarrolló el cine-foro: La ciencia como motor de la sostenibilidad, con el documental *El campus de la selva tropical*, organizado por Mirador Vuelta Canela y el Vicerrectorado Académico de esta casa de estudios, el cual contó con un panel de expertos conformado por Bibiana Sucre, Antonio Casado, Karen Brewer-Carías, Yanet Villasana y la moderación de Maryely Martín.

## El pulso científico: Cuatro días de Investigación en el Instituto Anatómico

El rigor académico del evento tuvo su epicentro en el Instituto Anatómico José Izquierdo de la Facultad de Medicina de la UCV. Los trabajos postulados fueron sometidos a evaluación y posterior selección, por parte de un panel de expertos en el área. Esta convocatoria superó las expectativas, por lo que se pudo evidenciar la sensibilidad y necesidad de compartir saberes en esta temática tan necesaria para el futuro de nuestro planeta. Por tal motivo, la presentación de los trabajos de investigación aceptados comenzaron formalmente el martes 17 de marzo y se extendieron hasta el viernes 20, desarrollando contenidos en las siguientes áreas temáticas: Ecología política y ética ambiental (6,6%); Ecología y resiliencia climática (17,6%); Educación ambiental para la sostenibilidad y participación ciudadana (31,6%); Innovación social y tecnológica (35,2%); Justicia ambiental y territorial (9%).

Se presentó un total de 340 trabajos libres (entre ponencias orales y carteles), con una concentración notable en las áreas de Innovación Social y Tecnológica (ITS) así como en Educación Ambiental (EAS). A partir del miércoles 18 de marzo, las sesiones se desarrollaron en horario

vespertino, registrando una extraordinaria afluencia de público. La participación activa de estudiantes y docentes asistentes al evento convirtió estas aulas en un laboratorio de ideas donde la ciencia aplicada buscó soluciones reales a la crisis climática.

Este Congreso se consolidó como un espacio de intercambio de alto nivel, alcanzando un amplia cobertura nacional e internacional, gracias a nuestro aliado Telefónica Venezolana C.A, que nos suministró la fibra óptica para poder transmitir y recibir las presentaciones y conferencias magistrales virtuales desde diferentes rincones, dentro y fuera del país, en particular los estados Aragua, Barinas, Bolívar, Carabobo, Cojedes, Distrito Capital, Falcón, La Guaira, Lara, Mérida, Miranda, Portuguesa, Sucre, Táchira, Yaracuy, Zulia y países como Francia, Polonia, España, Colombia, México, Bolivia, República Dominicana y Estados Unidos.

## Jornadas centrales: Excelencia, Educación, Gerencia y Cultura

### **Miércoles 18 de marzo: Inauguración**

La instalación oficial en el Aula Magna fue el escenario para la entrega de las acreditaciones internacionales que certifican –bajo estándares europeos (Hcéres)– la calidad de las instituciones UCV, UCAB y UNIMET, otorgadas por el Estado Francés. La solemnidad del acto fue elevada por la Coral de la Facultad de Ciencias, dirigida por el Prof. Gabriel Abellán, quien atendió el llamado institucional con una notable ejecución. En el plano académico, las conferencias magistrales dieron inicio con la Dra. Alicia Villamizar quien disertó sobre *Acción climática: oportunidad o statu quo*, analizando que la acción climática no puede ser tratada como un componente accesorio de las políticas públicas, sino como un eje estructurante del desarrollo sostenible que beneficie el bienestar humano y ambiental. Posteriormente, Jean François Parent complementó esta visión, abordando la gestión hídrica bajo la premisa de *Producir agua para producir hábitat*, enfatizando que la integración del agua como infraestructura ecológica y social permite redefinir el hábitat como un sistema dinámico, capaz de responder a las vulnerabilidades ambientales y sociales mediante estrategias sostenibles y adaptativas. Por su parte, a Dirk Thielen le correspondió exponer los desafíos de la nueva realidad climática en América Latina, mencionando que el desarrollo del Sistema de Servicios de Cambio Climático, orientado a la generación de modelos predictivos, monitoreo climático y sistemas de alerta temprana, es fundamental para anticipar impactos, fortalecer la resiliencia y orientar la toma de decisiones. La jornada también integró la visión corporativa a través de Nestlé Venezuela, S.A, representada por Julián A. Páez G., quien detalló su plan de agricultura regenerativa y creación de valor compartido; mientras que Verdi Venezuela, a través de Juan Carlos Rivas, presentó la transformación de ciudades mediante el Ecohub de Swing Energy. Como fin de la jornada matutina, la Sala de Conciertos acogió un home-

naje a la Maestra Milagros Figueras en la Semana del Joropo, vinculando la sostenibilidad con la preservación del patrimonio inmaterial.

#### ***Jueves 19 de marzo: Ecosistemas y ritmo afrovenezolano***

La segunda jornada del encuentro destacó por su densidad técnica y una visión estratégica orientada a la sostenibilidad en la praxis educativa y la gestión de recursos. Durante el bloque matutino, una serie de ponencias magistrales de altísimo nivel delinearón el debate contemporáneo: desde el excelente análisis del Dr. Luis Daniel Llambí sobre el monitoreo y las dinámicas territoriales en los Andes tropicales, hasta la disertación de la Dra. Nunzia Auletta sobre la transición de la investigación hacia la gerencia estratégica, resaltando que la sostenibilidad debe ser integrada como eje estratégico en la gestión empresarial, trascendiendo enfoques tradicionales y promoviendo modelos que generen impactos positivos a largo plazo en los sistemas económicos, sociales y ambientales. La dimensión internacional fue enriquecida por Stéphane Freychet, con las perspectivas de cooperación universitaria francesa, y el Dr. Fernando Miralles-Wilhelm, quien a través de una video conferencia desde la Universidad de Maryland (Estados Unidos) profundizó en los retos institucionales de la educación superior, concluyendo que la sostenibilidad en estas instituciones debe abordarse como un proceso dinámico, dependiente del contexto y basado en la interacción de múltiples factores organizacionales. Por otra parte, el Arq. Gianluca Caputo, desde París, disertó sobre las políticas y programas para la restauración de espacios patrimoniales en Francia, caracterizada por un enfoque sostenible adaptado al cambio climático, siendo el afamado Palacio Garnier en París uno de los espacios considerados, evidenciando un trabajo continuo en el esfuerzo por reducir su impacto ambiental y modernizar su infraestructura histórica.

La perspectiva empresarial fue aportada por la intervención de Adriana Di Génova, de Telefónica Venezolana C.A, respecto a la vanguardia de las redes inteligentes y sostenibles. El cierre de este ciclo de conferencias estuvo a cargo de la Dra. Yuma Inzolia del Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (IESALC UNESCO), quien ofreció una proyección global de la academia en el marco de la agenda climática.

El final de la mañana estuvo marcado por el diálogo transdisciplinar en el Coloquio sobre Gestión de Ecosistemas y Biodiversidad, un espacio de reflexión crítica moderado por el Dr. Joaquín Benítez que contó con la participación de destacados expertos como Domingo Acosta, Jon Paul Rodríguez y Luis Daniel Llambí.

Esta jornada de rigor intelectual alcanzó su corolario en la Plaza Cubierta Carlos Raúl Villanueva, con la presentación de la Orquesta Afrovenezolana del Núcleo del 23 de Enero del Sistema Nacional de Orquestas Infantiles y Juveniles, una manifestación artística cuya fuerza rítmica

simbolizó la vitalidad de nuestras comunidades en la lucha ambiental, ratificando la identidad mestiza de nuestras raíces y vinculando de manera magistral los principios de la sostenibilidad con el resguardo de la identidad y la esencia cultural nacional.

### **Viernes 20 de marzo: Futuro y Clausura**

La jornada de clausura se erigió como un espacio de vanguardia dedicado a las transiciones energéticas, la transformación digital y la solidez de los modelos de gestión sostenible. El bloque matutino profundizó en la dimensión territorial y global de la conservación. Inició con la ponencia de Jorge Naveda en torno a la contribución de las áreas protegidas al desarrollo sostenible de la nación, afirmando que las mismas representan una herramienta estratégica para la sostenibilidad territorial y la mitigación de impactos ambientales, cuya efectividad depende de la instrumentación de reformas estructurales en los modelos de gestión, el fortalecimiento institucional y la integración de estas áreas en la planificación macroeconómica y territorial del país.

Esta presentación fue seguida por las video conferencias de los expertos franceses Alexandre Legris y Maud Lelièvre donde Legris analizó el papel de las agencias energéticas como estructura clave en la articulación de las políticas públicas y la investigación científica, con el objetivo de acelerar el desarrollo de soluciones sostenibles. Por su parte, Maud Lelièvre, centrada en los imperativos de la conservación de la naturaleza, concluye cómo se nutren mutuamente y de manera permanente los elementos de la triada “formar, investigar y actuar” al destacar que: Formar sin investigar es estéril, Investigar sin actuar es insuficiente y Actuar sin formar es insostenible. Es la ciencia la que debe alertarnos sobre los riesgos, así como también mostrarnos los caminos posibles.

La reflexión crítica continuó con dos coloquios de alta relevancia: el primero, moderado por Yazenia Frontado, exploró *Las ciencias sociales detrás de la sostenibilidad* con la participación de Yuherqui Guaimaro, Alberto Rodríguez y Alba Carosio; el segundo, bajo la conducción de Edwing Ojeda, abordó *Sostenibilidad aplicada al emprendimiento*, con un panel de innovadores que incluyó a Agrocognitive, Amazonas Originaria y la Fundación Indígena NaküaDe’á. La intersección entre tecnología y estrategia fue abordada magistralmente por José Solano, con su disertación sobre la digitalización de recursos, y por Yanelly Márquez (KPMG), quien desglosó el rol disruptivo de la Inteligencia Artificial en la agenda verde. Finalmente, el sector productivo nacional estuvo representado por Anisabel García Hernández, quien expuso el modelo de gestión de desarrollo sostenible de Empresas Polar.

El cierre del congreso abordó las transiciones energéticas con aportes de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) e invitados internacionales. En este contexto, la Plaza Cubierta del complejo Aula Magna –corazón arquitectónico de la Ciudad

Universitaria y museo a cielo abierto– se transformó en el escenario de una poderosa exhibición de sensibilización titulada *Sol y luna: guardianes de los ecosistemas. El vuelo que equilibra la ciudad*.

Bajo la dirección del Ingeniero Agrónomo Mario Brandi, esta muestra de cetrería urbana permitió a los participantes del congreso conectar de manera directa con la fauna rapaz que custodia el valle de Caracas. La exhibición no solo cautivó por la majestuosidad del vuelo de las aves, sino que operó como una herramienta pedagógica viva para concienciar sobre el control biológico y la importancia de preservar la biodiversidad en los entornos urbanos. Al situar este encuentro con la naturaleza en el epicentro del campus, se reforzó el mensaje central del evento: la sostenibilidad no es solo una meta técnica, sino un compromiso ético y emocional con el equilibrio de nuestro ecosistema.

Esta experiencia de sensibilización sirvió como preámbulo ideal para los coloquios sobre las ciencias sociales y el emprendimiento sostenible, dotando a la discusión teórica de un referente real sobre la convivencia entre el desarrollo humano y la vida silvestre.

Finalmente, en horas de la tarde, una vez que en el Instituto Anatómico José Izquierdo de la Facultad de Medicina se cerró la última jornada de ponencias de trabajos de investigación, el Aula Magna abrió sus puertas nuevamente para acoger el acto de clausura, en el cual –después de un solemne discurso a cargo de la Vicerrectora Académica de la UCV, Dra. María Fátima Garcés, acompañada por los profesores Argenis Lugo, Joaquín Benítez y Miguel Albuja– la presentación de la agrupación *Amalgamados* interpretando una exquisita selección de temas del amplio cancionero venezolano, dio un toque mágico para la celebración de la magnífica unión de voluntades que definió este encuentro donde la excelencia científica y el compromiso institucional trazaron una nueva hoja de ruta para la resiliencia en Venezuela.

### **Sábado 21 de marzo: Carrera Verde**

Como colofón de esta jornada histórica, el sábado 21 de marzo la Ciudad Universitaria de Caracas se transformó en el escenario de la *Carrera Verde 5K*, una iniciativa que representó la transferencia del pensamiento académico a la acción ciudadana tangible. Una clausura que superó con creces las expectativas iniciales de participación ya que logró convocar a 620 corredores y caminantes que recorrieron los espacios del campus patrimonial en un manifiesto deportivo por la resiliencia y el compromiso ambiental. Bajo la organización de la Federación de Centros Universitarios (FCU-UCV) y con el respaldo de diversas empresas aliadas, la carrera se consolidó como el eje de participación ciudadana del Congreso. La ruta de 5 kilómetros no solo sirvió como un cierre vibrante para la agenda científica, sino que simbolizó la apropiación del espacio público por parte de la juventud universitaria, reafirmando que la sostenibilidad debe ser, ante todo, una vivencia colectiva que trascienda las aulas.

## Organización y Compromiso ‘Basura Cero’

Este esfuerzo monumental fue encabezado por la Vicerrectora Académica de la UCV, Dra. María Fátima Garcés y coordinado ejecutivamente por la Dra. Isabel Andueza, contando con el apoyo técnico y organizativo de los equipos de la UCV. La coherencia institucional se manifestó en la política de ‘Basura Cero’, que transformó el campus en un modelo de gestión de residuos y economía circular durante todas las jornadas gracias al apoyo de la empresa Serymanca, que gentilmente brindó toda la logística necesaria para estos fines, recaudándose más de 100 kg de residuos y desechos, tanto orgánicos como inorgánicos.

## Conclusión

El Congreso Internacional de Sostenibilidad 2026 reafirmó que la universidad venezolana sigue siendo un faro del conocimiento con pertinencia social. La integración de la investigación científica del Instituto Anatómico, la cooperación e internacionalización de la educación superior, la identidad cultural nacional y su intercambio con la embajada de Francia, trazan una nueva hoja de ruta para la sostenibilidad en Venezuela, demostrando que la universidad es el motor indispensable para vencer la sombra y construir resiliencia.



De izquierda a derecha: Dra. Teresa Noriega, Jefa del Departamento de Acreditación y Calidad Educativa de la UCV; Dr. José Balbino León (Vicerrector Administrativo); Dra. Corina Aristimuño (Secretaria UCV); Señor Stefan Freychet, Coordinador de Cooperación Académica de la Embajada de Francia; Dr. Víctor Rago Albuja (Rector UCV); Dra. María Fátima Garcés (Vicerrectora Académica), Señor Thomas Liébault, Encargado de Negocios de la Embajada de Francia en Venezuela; Señor Patrick Riba, Consejero Cultural de la Embajada de Francia. Aula Magna de la Universidad Central de Venezuela, 18 de marzo de 2026.

Fotografía: cortesía de la Lic. Andrea García Lara.

# collectania®

## Collectania: Praxis, pensamiento y cultura del diseño en Venezuela

Denise Miodownik

Directora Collectania

Jacques Miodownik

Michele Miodownik de Cotter

### Trayectoria, misión y vocación

La historia de Collectania es el resultado de una evolución orgánica donde convergen dos vertientes: una raíz de origen francés –cuna de la sobriedad y la estética de lo auténtico– y una vida de entrega incondicional al contexto venezolano. Esta identidad, forjada a lo largo de décadas de labor ininterrumpida, no es fruto del azar, sino de una tradición familiar que concibe el ejercicio profesional como un compromiso ético con la sociedad.

Para la organización, la sobriedad se fundamenta en la simplicidad, entendida como un valor intangible y heredado; es la búsqueda constante de lo genuino frente a la naturaleza efímera de las tendencias. Nuestra trayectoria representa una transición fluida entre el rigor del pensamiento europeo y la vitalidad del entorno local, consolidando una metodología que prioriza la responsabilidad, el conocimiento y el respeto cultural en todas sus expresiones. El éxito de un proyecto no reside en la moda, sino en el profesionalismo, la solidez de la experiencia y el bienestar del usuario. Tras más de setenta años de presencia en el país, reafirmamos nuestra gratitud hacia la tierra que nos permitió crecer y prosperar.

### Génesis de una plataforma institucional

El origen de la marca se remonta a 1975, a partir de los vínculos establecidos con la prestigiosa firma alemana Poggenpohl. La perseverancia en esta relación comercial derivó en la apertura del Estudio Poggenpohl C.A. en Boleíta Norte, un hito que transformó nuestra visión del sector. Este desafío representó una evolución respecto al primer emprendimiento familiar en el área de maquinaria industrial para los sectores farmacéutico y de alimentos, iniciado en 1968 y que hoy continúa operando exitosamente.

La identificación de una ausencia de ofertas sólidas en mobiliario de autor y soluciones de diseño de alto nivel impulsó la expansión de la gama de servicios, marcando el inicio de un proyecto de mayor trascendencia: Collectania. Lo que comenzó como un *showroom* especializado evolucionó hacia una organización que concibe el diseño como un lenguaje capaz de dignificar la cotidianidad. Es así como durante más de dos décadas, la institución ha funcionado como un puente entre la vanguardia global y el talento local, promoviendo una cultura del hábitat basada en la ergonomía, la calidad y la elegancia funcional.

1999



Invitación a la apertura de la Firma Poggenpohl en Caracas el 3 de julio de 1999.



Sr. Weis, Reiner Ziemer (Poggenpohl), Sra. Weis, Sr. Peter Fedeman, director de Poggenpohl, Eva Heufer, Denise Miodownik, Klaus Heufer.



Sr. Jacques Miodownik, Sr. Peter Fedeman.



Sr. Peter Fedeman, Arq. Celina Bentata, Sr. Couteyenne y Sra. Denise Miodownik



Michele Miodownik de Cotter en la inauguración del showroom Poggenpohl de Boleita



Denise Miodownik, Juan Ramírez y Héctor Arévalo

2000



Inauguración del Espacio Collectania en la Cuadra Creativa y Gastronómica de la Urb. Los Palos Grandes. Año 2000.



Señora Vera Müller y Thierry Muniez.



Thierry Muniez y Brigitte Miodownik.

### Evolución y proyección internacional

Entre 1998 y los albores del siglo XXI, Collectania consolidó su presencia nacional mediante la apertura de espacios estratégicos en el Centro San Ignacio, Casa Mall y los Galpones de Los Chorros, además de sucursales en Maracaibo y Margarita. Estos recintos no solo fungieron como vitrinas comerciales, sino como centros de difusión cultural donde el objeto de diseño se transforma en una práctica reflexiva.

En 2015, la expansión hacia el mercado de Miami marcó un punto de inflexión estratégico, proyectando a la organización como una plataforma internacional capaz de atender nodos globales sin perder su arraigo y compromiso con Venezuela. Esta dualidad permite un diálogo permanente con las tecnologías de vanguardia, integrándolas al quehacer arquitectónico nacional.

## El diseño como praxis educativa y editorial

Un rasgo distintivo de Collectania es la convicción de que el diseño es un derecho que eleva la calidad de vida. Bajo esta premisa, ha impulsado iniciativas formativas de alto nivel, tales como: el diplomado AS IF: Arquitectura Sostenible + Infraestructuras del Futuro, de Domingo Acosta; La arquitectura como profesión hoy, dictado por STA School de la UCV (que comenzó en 2023 y sigue cada año); así como múltiples encuentros con especialistas nacionales e internacionales.

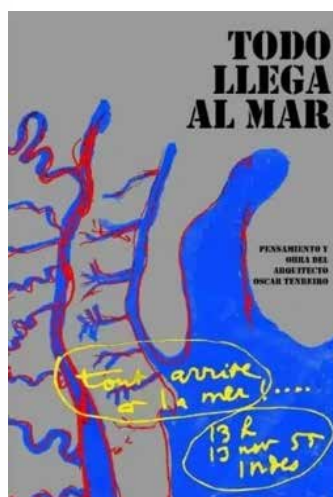
El eje editorial ha sido igualmente relevante. Collectania ha apoyado y ha patrocinado publicaciones que amplían el acceso al pensamiento arquitectónico y al diseño crítico, entre ellas el libro *Interiores y exteriores* de Klaus Heufer (2005); *Diseñar en el Antropoceno* de Domingo Acosta (2015); *De la Realidad a la Utopía* de Francisco Bielsa (2018); *Todo llega al mar. Pensamiento y obra del arquitecto Oscar Tenreiro* (2019), Reflexiones de Oscar Tenreiro; y *Las lecciones de Campo Baeza* de Víctor Sánchez Taffur (2020). Estas publicaciones no solo documentan la historia, sino que articulan la discusión académica con los desafíos contemporáneos.



Domingo Acosta, bautizo del libro *Diseñar en el Antropoceno*



Enrique Larrañaga, Óscar Tenreiro, Denise Miodownik y Gustavo Izaguirre, bautizo del libro *Todo llega al mar*.



Libros con patrocinio de Collectania.



Exposición de Cocinas de Collectania en Caracas.



Imagen tomada del libro *La arquitectura interior y exterior* de Klaus Heufer.



Pernette Perriand y Jacques Barsac durante la charla "Proyecto de Residencia para Estudiantes en la Naturaleza 1934".

## Articulación estética: arte, arquitectura y ciudad

La actividad expositiva ha vinculado la investigación técnica con la poética del espacio. Desde becas para la Bienal de São Paulo (2010) hasta la exposición *La arquitectura* de Klaus Heufer en el Centro Cultural BOD en Caracas (2014), pasando por muestras dedicadas al trabajo de Francisco Bielsa –como arquitecto en el Museo Nacional de Arquitectura, y como artista plástico, en el Museo de Bellas Artes– así como la exposición de los trabajos de Oscar Tenreiro en Valencia y otras ciudades de España. En la FAU-UCV, la organización ha promovido también en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela proyectos que vinculan arquitectura, ingeniería, investigación, ciudad y arte.

En 2022, la organización reafirmó su vocación internacional al invitar a Pernette Perriand y Jacques Barsac para un ciclo dedicado a Charlotte Perriand. Asimismo, el Simposio Komendant, organizado junto a la UCV con invitados internacionales como Karl Linn, reunió a especialistas para reflexionar sobre la relación indisoluble entre la técnica y el arte. Ambos eventos, celebrados en el Centro de Arte Los Galpones, consolidaron los espacios de Collectania como un nodo de pensamiento crítico.



Simposio Komendant, organizado junto a la UCV con invitados internacionales como Karl Linn. Ambos eventos, celebrados en el Centro de Arte Los Galpones, en Caracas.

## Diálogos en Collectania: Hacia un futuro de posibilidades

En 2023 se institucionalizó el ciclo “Diálogos en Collectania”, un foro esencial que ha reunido a figuras como Francisco Pimentel, Jimmy Alcock y Américo Faillace para debatir sobre educación en arquitectura, diseño, urbanismo, historia venezolana de la arquitectura, neuroarquitectura e inteligencia artificial en la arquitectura. Cada sesión aborda el oficio desde la responsabilidad social y la formación de relevo.



Anuncio del Programa, Diálogos en Collectania "Autenticidad y proceso creativo". Victoria Tenreiro



Durante el programa Diálogos en Collectania sobre Neuroarquitectura



Frank Alcock, Hannia Gómez, Denise Miodownik, Jimmy Alcock y Enrique Larrañaga en un encuentro en Collectania para una charla con el Arq. Jimmy Alcock. Febrero 2025.



Diálogos en Collectania sobre "Autenticidad y procesos creativos" con Javier Caricatto (+), Oscar Tenreiro y Victoria Tenreiro.



Jacques Miodownik, Domingo Acosta, Denise Miodownik, Beatriz Hernández, Henrique Vera y Argenis Lugo, en un nuevo encuentro en Diálogos Collectania Febrero 2025 sobre el Premio Nacional de Cultura, mención arquitectura.



Diálogos en Collectania con Max Pedemonte "El Metro y sus obras de arte."



Diálogos en Collectania con Edwing Otero "50 años formando arquitectos", el 15 de marzo de 2025.



Diálogos en Collectania con Josefina Baldó: Venezuela y sus barrios. De “deuda” y “reto” a oportunidad y visión. En la foto: Chuo Torrealba, María Isabel Peña, Josefina Baldó, Humberto Guerrero, Denise Miodownik, Domingo Acosta y Beatriz Hernández S. Abril, 2026.

La trayectoria de Collectania demuestra que su propósito trasciende lo comercial. Se articula en tres vertientes: la cultural, que promueve la sensibilidad estética; la pedagógica, que forma profesionales con conciencia crítica; y la comercial, basada en la ética y la excelencia técnica. En un mundo en constante transformación, el diseño y la arquitectura se mantienen como herramientas eternas para elevar el alma humana y construir un futuro de dignidad y prosperidad.



Diálogos en Collectania con Javier Caricatto (+), Jacques Miodownik y Gabriela Núñez.



Diálogos en Collectania con Américo Faillace "Tendencias de la Arquitectura". En la imagen, Alonso Gamero, Gustavo Izaguirre, Américo Faillace y Leopoldo Provenzali.



Diálogos en Collectania con Edwing Otero: “50 años formando arquitectos”. En la imagen: Alessandro Famiglietti, Denise Miodownik, Edwing Otero, Vanessa Otero y José Alejandro Santana.



Diálogos en Collectania, con la firma Añil Arquitectura: “40 años creando espacios y volúmenes”. En la imagen Alonso Gamero, Franco Micucci, Denise Miodownik y Juan Carlos Láncara



Juan Carlos Láncara



**Dra. Mercedes Marrero Márquez**

Directora

Programa Coordinado para la Mitigación de Riesgos (COMIR)

<https://orcid.org/0009-0007-9032-3995>

Correo-e: [comir.ucv@gmail.com](mailto:comir.ucv@gmail.com)

Universidad Central de Venezuela-UCV

## XXX Aniversario Programa Coordinado para la Mitigación de Riesgos-COMIR UCV

El Programa Coordinado para la Mitigación de Riesgos (COMIR UCV) celebró 30 años de labor ininterrumpida en 2025, consolidando una visión institucional sistémica, como plataforma de articulación dentro de la Universidad Central de Venezuela, para integrar la Gestión Integral de Riesgos (GIR) en forma transversal en la institución. Su misión es modelar un cambio cultural donde la comunidad universitaria se convierta en agente de desarrollo y calidad de vida ante desastres socio-naturales.

Como parte del XXX Aniversario se realizó durante todo el año 2025 una serie de actividades, iniciando con el acto protocolar presidido por el Rector, Dr. Víctor Rago, en el cual se presentó el Video “30 años de trayectoria de COMIR UCV” –disponible en el Canal YouTube [https://youtu.be/\\_n9MXjc3tYw-](https://youtu.be/_n9MXjc3tYw-), una Conferencia Magistral a cargo del Dr. José Luis López y la entrega póstuma de reconocimientos al Dr. Jesús Delgado por parte de REDULAC RRD y COMIR UCV.

El programa incluyó la realización de un cine-foro en alianza con el Centro de Estudiantes de Arquitectura-CEA, talleres y simulacros en las Facultades de Arquitectura, de Ciencias y de Medicina, un conversatorio en alianza con la Escuela de Trabajo Social de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales-FACES y el encuentro internacional “Universidades



Autoridades y Representantes de Facultades y Dependencias mostrando el Reconocimiento recibido en el Acto Protocolar de Clausura XXX Aniversario COMIR UCV, por su aporte a la Reducción de Riesgo a Desastres como parte de la Misión de la Universidad Central de Venezuela.



Participantes en la Sesión Inaugural del encuentro Universidades y Riesgos. Una vitrina desde la UCV, Sala Francisco de Miranda. 06/10/25



Sesión Aspectos Académicos, presidida por el Dr. Javier Caricatto, Decano de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Auditorio FAU UCV. 13/10/25

y Riesgos. Una vitrina desde la UCV”, evento de intercambio de ideas que incluyó 14 conferencias magistrales y 45 ponencias de especialistas de alto nivel, modalidad híbrida que permitió que las mejores prácticas internacionales permearan la estructura local para definir estrategias tanto generales como en las subcomisiones de cada instancia.

### Hoja de ruta para la transversalización de la Gestión Integral de Riesgos-GIR

Como resultado de las tres sesiones del evento se obtuvo una propuesta estratégica fundamentada en cuatro ejes de acción crítica diseñados para cultivar la cultura de gestión anticipatoria, las cuales se sintetizan a continuación:

**1. Consolidación institucional.** La GIR debe ser un valor clave para la sostenibilidad y transparencia de la gestión. Esto implica incluir la Reducción de Riesgos a Desastres (RRD) de manera explícita en los organigramas, presupuestos operativos y planes de gestión de cada instancia y se propuso la creación del Observatorio de Institucionalización de la GIR, ODS y CC para medir logros y gestionar incentivos. Asimismo, se busca fortalecer la gobernanza mediante alianzas con organismos internacionales como la Red de Universitarios de América Latina y el Caribe para la gestión y la reducción de riesgos de emergencias y desastres REDULAC RRD y el Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe-UNESCO IESALC.

**2. Aspectos académicos.** La reducción de riesgos debe dejar de ser un tema aislado para convertirse en un eje transversal en la docencia, investigación y extensión. Se propone impulsar la transversalidad curricular en pregrado y posgrado, identificando puntos de encuentro entre los planes de estudio y la gestión del riesgo. La formación docente es vital, destacando la consolidación de este componente en el Diplomado *Aletheia* ofrecido por el Sistema de Actualización Docente del Profesorado de la Universidad Central de Venezuela (SADPRO-UCV). En cuanto a la investigación, se promueve la interdisciplinariedad utilizando tesis y trabajos de ascenso para resolver problemas reales.

**3. Espacios físicos.** Se propuso un enfoque prospectivo gerencial para el manejo de la planta física, articulando seguridad, mantenimiento y preservación del patrimonio. Otra propuesta fundamental es el Sistema Coordinado de Seguridad Integral, que abarca desde amenazas delictivas hasta desastres socio-naturales. Para la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), Patrimonio Mundial y el resto de las instalaciones extramuros, se propuso la aplicación sistemática del Índice de Seguridad de Instalaciones Universitarias (ISIU) para garantizar estándares de vulnerabilidad mínima.

**4. Formación ciudadana.** La resiliencia colectiva se construye a través de la cultura universitaria y el voluntariado. Se propone impulsar Campañas de Difusión, una ‘Red de Grupos Voluntarios UCV300’ y aplicar ma-

sivamente el Curso Introductorio de Ciudadanía Universitaria Resiliente (CICUR) en modalidad autogestionada. Además, se propone la realización periódica de simulacros y la creación de brigadas de primeros auxilios en todas las facultades y dependencias.

### Conclusiones e impulsores del éxito

La Hoja de Ruta 2026 representa el compromiso de la UCV por liderar con el ejemplo, demostrando que la convergencia entre ciencia y gestión es el único camino para transformar la recurrencia de la tragedia en una cultura de prevención y vida, cuya viabilidad depende de tres impulsores estructurales: la Inversión en Educación, a fin de fortalecer recursos financieros para hacer las metas operativamente viables; la formación en Percepción y Valoración, para estimular el reconocimiento de la RRD como un indicador de calidad académica y eficiencia, y la Gobernanza más allá de los ciclos administrativos. Seguimos impulsando la transformación de la UCV.

El Acto Protocolar de Cierre se realizó el 2 de diciembre de 2025 en la Sala de Conciertos, presidido por el Rector, Dr. Víctor Rago, la Secretaria, Dra. Corina Aristimuño, Autoridades de COMIR, facultades y dependencias, miembros de la comunidad, representantes de COMIR UCV y público en general. Se destacó el rol de COMIR UCV en la sistematización y consolidación de la Reducción de Riesgos a Desastres (RRD) como parte de la Misión universitaria y se hizo entrega de reconocimientos, reafirmando el compromiso de la Universidad Central de Venezuela en la transformación de la sociedad.

Fue un encuentro que celebró el esfuerzo colectivo, la cooperación interinstitucional y el fortalecimiento de una universidad mas preparada para los desafíos del futuro.



Sesión de Clausura del evento Universidades y Riesgos. Una Vitrina desde la UCV. Sala Francisco de Miranda. 27/10/25



Aniversario UCVCOMIR. Canal YouTube: [www.ucv.ve/comir](http://www.ucv.ve/comir)

En nombre de todo el equipo editorial queremos expresar nuestro agradecimiento por la colaboración prestada a los académicos universitarios que se desempeñaron como árbitros y evaluadores en el proceso del contenido de los artículos que se publican en este número de **Tecnología y Construcción** N° 38-I, año 2026, así como nuestro reconocimiento por la calidad de su trabajo.

A todos muchas gracias.

***Lic. Benjamín Martín Baute (†)***

<https://orcid.org/0009-0002-6092-5462>

Docente Investigador Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela, Caracas.

Investigador, Universidad de Girona. Girona, España.

***Dr. Ing. Idalberto Águila Arboláez***

<https://orcid.org/0000-0002-6621-9852>

Investigador Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Caracas.

Universidad Católica Andrés Bello, Caracas.

***Ing. Humberto Fuchs Hernández***

<https://orcid.org/0000-0002-4532-7504>

Fuchs & Uzcanga Asesores: Valencia, estado Carabobo, Venezuela.

***Ing. Guillermo Bonilla***

<https://orcid.org/0009-0000-8082-3266>

Investigador Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela.

***Dra. Arq. Hilda Torres Mier y Terán***

<https://orcid.org/0009-0005-5533-9401>

Investigadora de la Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, desde 1992. Caracas.

***Dr. Arq. Newton Rauseo Díaz***

<https://orcid.org/0000-0001-7590-9559>

Profesor Titular e investigador de la Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela Caracas.

***Dr. Soc. Julio Calderón Cockburn***

<https://orcid.org/0009-0001-2488-0896>

Investigador de Universidad Católica y Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

***Dr. Soc. Urb. Gustavo Riofrio***

<https://orcid.org/0009-0001-5444-8391>

Investigador del Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo, DESCO, Perú.

***Dra. MSc. Ing. Agro. Luisa Villalba***

<https://orcid.org/0000-0002-5800-6494>

Docente e investigadora del Instituto de Zoología y Ecología Tropical (IZET), Universidad Central de Venezuela, Caracas.

***Dr. Ing. Ag. Leonardo Taylhardat***

<https://orcid.org/0009-0000-3606-0361>

Investigador y Decano de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, Caracas.

Los artículos enviados a la Revista *Tecnología y Construcción* deben ser originales (inéditos) dirigidos al correo electrónico de la revista: [rtycucv@gmail.com](mailto:rtycucv@gmail.com). Revisados en primera instancia por el Comité Editorial para garantizar que cumplen con los requisitos mínimos de calidad propios de una revista académica, el texto será enviado a especialistas de reconocida trayectoria en el tema para su arbitraje, bajo el sistema doble ciego. Las observaciones y sugerencias de los árbitros serán dadas a conocer a cada autor. Los aspectos que deben ser tenidos en cuenta por los árbitros en la revisión de cada manuscrito son los siguientes: relevancia del tema, originalidad, rigor metodológico, claridad y precisión del lenguaje, coherencia, y apego a las normas.

**Relevancia del Tema:** alude al grado de importancia que tiene el tema abordado, tanto por su actualidad en el área, como por el aporte que el mismo hace, bien sea en el plano filosófico, teórico, metodológico y/o práctico.

**Originalidad:** destaca la forma particular como el (la) autor(a) o los autores integra(n) todo su pensamiento en el desarrollo del trabajo.

**Rigor metodológico:** expresa, tanto el apropiado empleo del método que es inherente al estudio del tema abordado, como el grado de profundidad de la indagación realizada.

**Claridad y precisión del lenguaje:** se relaciona con el apropiado uso gramatical y de la terminología referente al tema considerado.

**Coherencia:** se refiere, tanto a la apropiada concatenación de los elementos que integran la estructura del trabajo, como al uso consistente de un determinado estilo de redacción, a lo largo de todo el trabajo.

**Apego a las normas:** tiene que ver con el acatamiento de las normas que la Revista *Tecnología y Construcción* señala para la presentación de escritos científicos en el área de conocimiento en que se ubica el trabajo en consideración.

Los artículos científicos a ser considerados para su publicación deben cumplir con los siguientes requerimientos siguiendo la norma APA:

**Extensión:** Las colaboraciones tendrán una extensión entre un mínimo de 15 páginas y un máximo de 30 páginas, con interlineado 1,5 sin espacio entre párrafos, fuente Times New Roman o similar de 12 pts. Esto equivale a un promedio de entre 17.000 y 18.000 palabras, incluyendo cuadros y gráficos (aproximadamente 20-25 páginas en word tamaño carta).

**Primera página:** La primera página contendrá el título del trabajo en español y en inglés, el nombre del autor (o los autores), título académico (pre y postgrado) e institución a la cual pertenece, correo electrónico y número de registro ORCID que identifica al investigador. Adicionalmente un resumen del trabajo con una extensión entre 150 y 200 palabras y entre tres y cinco descriptores o palabras clave. Tanto el resumen como los descriptores también en español y en inglés.

**Las citas:** estarán incorporadas en el texto –no a pie de página ni como notas al final– utilizando el sistema de autor, año y página cuando se trata de una cita textual (que irá entre comillas). Ejemplo: (Hernández, 1995, p. 24). Toda obra citada debe ser incluida en las referencias bibliográficas al final del artículo.

**Elementos gráficos:** Los cuadros o tablas estarán levantados en Word. Las imágenes o ilustraciones (fotografías, mapas, diagramas y gráficos) incorporadas en formato JPG. En todos los casos se indicará la autoría o fuente de donde se extraen. Adicionalmente, el componente gráfico (numerado de manera correlativa según orden de aparición en el texto de cuadros, imágenes e ilustraciones) deberá ser remitido como archivo adjunto. Lo mismo para el caso de artículos que contengan ecuaciones o fórmulas.

**La estructura interna:** del manuscrito debe ajustarse a los estándares habituales (introducción, método, resultados, conclusiones y recomendaciones).

La autoría de los trabajos no debe ser mayor de cuatro personas, entre autores y coautores; si es superior, solo aparecerán en la revista los primeros cuatro. También, por cada autor se pide anexar un párrafo donde se indique: título académico, lugar de trabajo, línea de investigación, correo electrónico y número de registro ORCID que identifica al investigador: <https://info.orcid.org/es/documentation/features/orcid-registry/>.

Además de los artículos también se aceptan otros materiales como: documentos publicados en otras revistas, documentos de revisión, reseñas bibliográficas y de eventos, etc., que a juicio de la dirección de la revista resulten de interés. Estos materiales no son sometidos a arbitraje.

**Arbitraje:** La dirección de la revista seleccionará en cada caso al menos dos especialistas que evaluarán el trabajo presentado bajo el sistema conocido como “doble ciego”, según el cual los evaluadores no conocen la identidad del autor y los autores desconocen la identidad de los árbitros. El juicio emitido por los árbitros será notificado a los autores mediante planilla formal. El Consejo Editorial se reserva el derecho de introducir las modificaciones que considere pertinentes en aspectos formales, siempre consultando al autor.

### Recomendaciones para los árbitros

**Relevancia del tema:** grado de importancia que tiene el tema abordado, tanto por su actualidad en el área como por lo que aporta el autor en el plano teórico, filosófico, metodológico y/o práctico.

**Rigor metodológico:** expresa tanto el apropiado empleo del método que es inherente al estudio del tema abordado como el grado de profundidad de la indagación realizada.

**Claridad y precisión del lenguaje:** apropiado uso gramatical y de la terminología referente al tema considerado.

**Coherencia:** concatenación de los elementos que integran la estructura del trabajo.


**Apego a las normas:** acatamiento de las normas que la Revista señala a los autores para la presentación de sus trabajos.

### Penalización

Cualquier manuscrito que sea retirado por el autor de la Revista *Tecnología y Construcción* sin la debida justificación se someterá al Consejo Editorial, pudiendo quedar limitado para una nueva publicación en la Revista por dos años o lo que considere en Consejo Editorial.

# collectania®



poggen®  
pohl 

 INALCO

Cuadra Creativa y Gastronómica, 6ta Transversal entre 3ra. y 4ta Av. Los Palos Grandes. Caracas. Telf: +58 (212) 286 7518  
Centro Comercial Casa Mall, Nivel Mirador, Local M2, Av. Principal de Los Naranjos. Caracas. Telf: +58 (212) 985 6278  
Centro de Arte Los Galpones, G3, 8va. Transversal con Av. Ávila, Los Chorros. Caracas.  
19790 W Dixie Highway Unit 1206. Aventura, Fl. 33180. Tel: +1 (305) 890 99 24 / +1 (786) 556 54 55

Instagram: @collectania.official | [www.collectania.com](http://www.collectania.com) | YouTube: @CollectaniaChannel