

Revista GEOGRÁFICA VENEZOLANA

ISSNe 2244-8853

<https://doi.org/10.53766/RGV>



Volumen

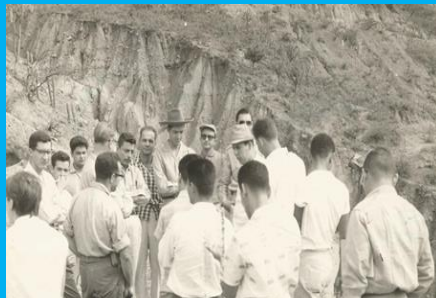
65(1) 2024

enero-junio

INSTITUTO DE GEOGRAFÍA



65 años investigando y apoyando la docencia de pre y postgrado en el campo de la Geografía desde la Universidad de Los Andes



Prof. J. Tricart (Sem. Geomorfología)

Prof. A. L. Cárdenas (práctica de campo)

Prof. Carlos Ferrer (práctica de campo)

**INSTITUTO DE GEOGRAFÍA Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES / MÉRIDA, VENEZUELA**



AUTORIDADES

RECTOR

Mario Bonucci Rossini

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

Manuel Aranguren

VICERRECTORA ACADÉMICA

Patricia Rosenzweig

SECRETARIO

Manuel Morocoima (E)

DECANO FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Julio Quintero (E)

DIRECTOR INSTITUTO DE GEOGRAFÍA Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES

Josué H. Araque Méndez

DIRECTORA ESCUELA DE GEOGRAFÍA

Angely Nathaly Molina Peña

EDITORA RESPONSABLE

Delfina Trinca Figuera (ULA-Ve)

EDITORES ASOCIADOS

Enrique Gómez Acosta (ULA-Ve)

SECRETARIA EDITORIAL

Consuelo Vargas

IMAGEN DE PORTADA: portada dedicada a los 65 años del IGRN. Imágenes que crean una línea cronológica comparativa donde se aprecia la sede del edificio; la primera (1959) y la última (2023) portada de la Revista: prácticas de campo con los profesores Jean Tricart (izquierda), Antonio Luis Cárdenas (centro) y Carlos Ferrer (derecha).

COMITÉ EDITORIAL

André-Louis Sanguin (Sorbona-Fr)

Andrés Rojas Salazar (ULA-Ve)

Blanca Ramírez Velázquez (UAM-Mx)

Daniel Hiernaux-Nicolas (UAQ-Mx)

Gustavo Buzai (UNLU-Ar)

Horacio Capel (UnB-Es)

Jhon W. Montoya (UNAL-Co)

Joaquín Farínós Dasi (UV-Es)

José Rojas López (ULA-Ve)

Lorenzo López Trigal (Unileon-Es)

Luis Felipe Cabrales Barajas (UDG-Mx)

Maria Laura Silveira (UBA-Ar)

María Adélia de Souza (USP-Br)

Mónica Colombara (ISFD41/DGCyE-Ar)

Nubis Pulido (ULA-Ve)

Raúl Estévez (ULA-VE)

Rogelio Altez (UCV-Ve)

MIEMBROS HONORARIOS

Luis Aguilar (ULA-Ve)

Ceres Boada Jiménez (ULA-Ve)

María Teresa Delgado de Bravo (ULA-Ve)

Rosa Estaba (UCV-Ve)

Irma Guillén (ULA-Ve)

Orlando Gutiérrez (ULA-Ve)

Carmen Rivero (UCV-Ve)

Elías Méndez (ULA-Ve)

Luisa Molina (ULA-Ve)

Carlos Muñoz (ULA-Ve)

Rosa Ramírez (ULA-Ve)

Jóvito Valbuena (ULA-Ve)

Todos los derechos reservados. El contenido de esta revista está protegido por la Ley. No puede ser reproducida, ni registrada o transmitida por cualquier medio de recuperación de información sin el permiso previo, por escrito, de los editores. © 2024. Universidad de Los Andes. <https://doi.org/10.53766/RGV>. ISSNp 1012-1617. Depósito legal [p] pp 195902ME658 ISSNe 2244-8853. Depósito legal [e] ppi 2012ME4104. La Revista Geográfica Venezolana, posee acreditación del Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico, Tecnológico y de las Artes. Universidad de Los Andes, Venezuela (CDCHTA-ULA). Este número ha sido publicado gracias al apoyo de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. Todos los documentos publicados en esta revista se distribuyen bajo una Licencia *Creative Commons Atribucion-NoComercial-CompartirIgual* 4.0 Internacional. Todo el proceso editorial (envío, procesamiento y publicación) es gratuito.

Descripción. La *Revista Geográfica Venezolana* es el órgano divulgativo del Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. Publica investigaciones en todos los campos de la Geografía y ciencias afines, bajo la modalidad de artículos. En la sección de Notas y Documentos se presentan resultados parciales de investigaciones, informes técnicos, reflexiones y propuestas teóricas y metodológicas de interés científico. Igualmente, en la sección Bibliografía Crítica, se ofrecen reseñas de obras consideradas de interés para los lectores. Todos los artículos (y documentos que lo requieran) se someten a arbitraje bajo el sistema doble ciego y verificación por plagio. Las opiniones son responsabilidad de los autores. Esta revista está dirigida a profesionales (investigadores y docentes) del campo de la geografía y ciencias relacionadas. Se rige por los principios establecidos por la COPE.

Ventas Venta directa de cada número: desde el volumen VIII hasta el 55(1): 100,0 Bs.; desde el volumen 55(2) versión digital (CD Rom): 200,0 Bs.

Envío de trabajos. Información acerca de cómo elaborar artículos se ofrece en las páginas finales de cada número en el punto 'Instrucciones a los Autores'. También en: www.saber.ula.ve/regeoven. Los trabajos deberán ser enviados por correo electrónico a: regeoven@gmail.com. Contacto con Secretaría: E-mail: regeoven@ula.ve Teléfono: + 58 274 2401612.

Indización. La *Revista Geográfica Venezolana* está indizada en: Abstracts Journal (Referativnyi Zhurnal-Rusia), Academic OneFile, Dialnet; Emerging Sources Citation Index (ESCI); Geobase, Geodate Base, Geographical Abstracts (Human Geography and Physical Geography), Informe Académico, International Development Abstracts, Latindex-Catálogo V1.0, MIAR (Matriz de Información y Análisis de Revista), Periódica (UNAM, México), Redalyc, Revencyt (código RVR 005), Revistas Saber ULA, SCImago Journal Rank (Indicador de impacto de publicaciones periódicas), homologada en Publindex (Colombia), Scopus y WoS.

2024. VOLUMEN 65. DOS NÚMEROS POR AÑO

2024. VOLUME 65. DUAS EDIÇÕES POR ANO

2024. VOLUME 65. NUMBER OF ISSUES PER YEAR 2

<https://doi.org/10.53766/RGV>

www.saber.ula.ve/regeoven

Scope. The *Revista Geográfica Venezolana* is the official journal of the Institute of Geography and Natural Resources Conservation. The journal publishes high quality original research on all aspects of the geographical science and related fields. The topics covered include papers, notes or short communications and books review. All contributions are sent to at least two referees (peer review) and plagiarism check. The opinions are responsibility of the authors. Intended readership: Researchers and scientist in geography and related fields. Follow the principles established by COPE

Prices. Local prices: until volume 55(1): 100,0 Bs.; per issue until volume 55(2) CD Rom: 200,0 Bs.

Written submission. Information about written submission is available at each issue of the journal in Instructions to the Authors. All papers must be sent by email to: regeoven@gmail.com. Secretariat's contacts: E-mail: regeoven@ula.ve Phone: + 58 274 2401612.

Indexation. The journal is abstracted and indexed in: Abstracts Journal (Referativnyi Zhurnal-Rusia), Academic OneFile, Dialnet; Emerging Sources Citation Index (ESCI); Geobase, Geodate Base, Geographical Abstracts (Human Geography and Physical Geography), Informe Académico, International Development Abstracts, Latindex-Catálogo V1.0, MIAR (Matriz de Información y Análisis de Revista), Periódica (UNAM, México), Redalyc, Revencyt (código RVR 005), Revistas Saber ULA, SCImago Journal Rank homologate in Publindex (Colombia), Scopus and WoS.

ARTÍCULOS

ARTIGOS / PAPERS

-
- 12-27 **Federico Javier Beron de la Puente y Verónica Gil**
Identificación de zonas susceptibles a la formación de cárcavas: Evaluación multicriterio y análisis espacial
Identificação de áreas propensas a deslizamentos de terra: Avaliação multicritério e análise espacial
Identifying areas subject to gully formation: Multi-criteria evaluation and spatial analysis
-
- 28-35 **Laura Beatriz Krama, Carlos Augusto Wroblewski e Marcelo Ng Wei Ban Hung**
Contribuições do aerolevanteamento de precisão no diagnóstico territorial de zonas de comunidades tradicionais Caiçaras
Contribuciones del levantamiento aéreo de precisión en el diagnóstico territorial de comunidades tradicionales Caiçaras
Precision aerial survey contributions in the territorial diagnosis of traditional Caiçaras communities
-
- 36-50 **Gustavo A. Páez S. y Yhimaina J. Trejo U.**
Violencia autoinfligida en el ámbito rural del estado Mérida, Venezuela
Violência auto-infligida em áreas rurais do estado Mérida, Venezuela
Self-inflicted violence in rural areas of Mérida State, Venezuela
-
- 51-60 **Juan David Cruz-Negrete, Alex Ojeda-Gomez y Jorge Homero Wilches-Visbal**
Converging Technologies to monitor pollution, and its legal approach for sustainable development
Tecnologías convergentes para monitorear la contaminación ambiental y su enfoque legal para el desarrollo sostenible
Tecnologias convergentes para o monitoramento da poluição ambiental e sua abordagem legal para o desenvolvimento sustentável
-
- 61-76 **Víctor Calderón-Fajardo y Abraham Nuevo López**
El papel de los agentes sociales en el desarrollo endógeno: Caso Amazonía ecuatoriana
O papel dos agentes sociais no desenvolvimento endógeno: O caso da Amazônia equatoriana
The role of social agents in endogenous development: The case of the Ecuadorian Amazon
-
- 77-99 **Igor Martins Medeiros Robaina, Gonzalo Andrés López y Carlos Hugo Soria Cáceres**
El estudio de la segregación socioespacial urbana en España: Análisis bibliométrico, 1981-2022
O estudo da segregação socioespacial urbana no Espanha: Uma análise bibliométrica, 1981-2022
The study of urban socio-spatial segregation in Spain: A bibliometric analysis, 1981-2022
-
- 100-121 **Danny Díaz-Valdez, Wilson Jácome-Enríquez, Tomás Gómez-Navarro and Theofilos Toulkeridis**
Ecotourism carrying capacity of the Cotopaxi National Park, Central Ecuador
Capacidad de carga ecoturística del Parque Nacional Cotopaxi, Ecuador Central
Capacidade de carga de ecoturismo do Parque Nacional Cotopaxi, Equador Central
-
- 122-133 **Marcos Paulo Marques Araújo**
Alavanca de política pública da economia circular e o planejamento estratégico/2030 do CONLESTE
Política pública urbana como palanca de la economía circular y la planificación estratégica/2030 del CONLESTE
Urban public policy lever of the circular economy and the strategy/2030 of the CONLESTE
-
- 134-153 **Consuelo M. Mejía Ramos, Rafael Cartay, Blanca E. Mendoza Mendoza, María F. Garzón Félix y Luis D. Andrade Alcívar**
Origen, evolución e interrelaciones del concepto de turismo gastronómico. Una revisión
A origem, a evolução e as inter-relações do conceito de turismo gastronômico. Uma revisão
Gastronomic tourism: origin and evolution of a concept. A review
-

EDITORIAL

6-9

Delfina Trinca Fighera

Conmemorando los 65 años del Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales
Em comemoração ao 65^o aniversário do Instituto de Geografia e Conservação de Recursos Naturais
Celebrating the 65th anniversary of the Instituto of Geography and Conservation of Natural Resources

154-170 **Javier Martínez e Isabel Llatas Salvador**

Sistema para el seguimiento de ecosistemas venezolanos
[Sistema de monitoramento dos ecossistemas venezuelanos](#)
[Venezuelan ecosystem monitoring system](#)

171-185 **Lígia Carolina Alcântara Pinotti e Daniel Hauer Queiroz Telles**

Erosão na prainha da vila de Encantadas na Ilha do Mel, litoral do Paraná, Brasil
Erosión en la playa de la villa de Encantadas en la Ilha do Mel, litoral de Paraná, Brasil
Erosion on the beach of Encantadas village on Ilha do Mel, Paraná coast, Brazil

186-200 **Marjonny Herrera Godoy y Franklin Núñez Ravelo**

Caracterización de la estructura diamétrica del manglar en la desembocadura del río Unare, estado Anzoátegui, Venezuela
[Caracterização da estrutura diamétrica da floresta de mangue na foz do rio Unare, estado de Anzoátegui, Venezuela](#)
[Characterization of the diameter structure of the mangrove at the mouth of the Unare River, Anzoátegui State, Venezuela](#)

NOTAS y DOCUMENTOS *NOTAS e DOCUMENTOS / NOTES and DOCUMENTS*

203-218 **Francisco Pellicer y Samuel Barrão**

Proyecto e incertidumbre en la interfase río-ciudad. Nuevos conceptos en el tratamiento de los tramos fluviales urbanos
[Projeto e incerteza na interfase rio-cidade. Novos conceitos no tratamento dos trechos fluviais urbanos](#)
[Project and uncertainty in the river-city interface. New concepts in the treatment of urban river sections](#)

219-227 **Jessé Alves Batista, Felipe Munhoz Basilio, Amanda Eloise Machado de Souza e Elaine Lima da Fonseca**

Agricultural advantages in soil management practices generated from the use of precision agriculture techniques.
Literature review
[Vantagens agrícolas em práticas de manejo do solo geradas a partir do uso de técnicas de agricultura de precisão. Revisão de literatura](#)
[Ventajas agrícolas en las prácticas de manejo del suelo generadas mediante el uso de técnicas de agricultura de precisión. Una revisión bibliográfica](#)

228-244 **Jacqueline Coromoto Guillén de Romero, Pedro Luis Bracho-Fuenmayor, Mercedes de los Ángeles Cedeño Barreto y Paulo Cesar Chiri Saravia**

Educación para el desarrollo sostenible en Portoviejo (Ecuador), desde la perspectiva de proyectos de intervención social
[Educação para o desenvolvimento sustentável em Portoviejo \(Equador\), sob a perspectiva de projetos de intervenção social](#)
[Education for sustainable development in Portoviejo \(Ecuador\), from the perspective of social intervention projects](#)

BIBLIOGRAFÍA CRÍTICA *REVISÃO BIBLIOGRAFICA / BOOKS REVIEW*

247-249 **María Andreina Salas-Bourgoin**

El papel del territorio y de las políticas territoriales en la estrategia de recuperación, transformación y resiliencia
[O papel do território e das política territoriais na estratégia de recuperação, transformação e resiliência](#)
[The role of the territory and territorial policies in the recovery, transformation and resilience strategy](#)

EDITORIAL



Conmemorando los 65 años del Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales

**Em comemoração ao 65º aniversário do
Instituto de Geografia e Conservação de Recursos Naturais**

**Celebrating the 65th anniversary of the
Institute of Geography and Conservation of Natural Resources**

Delfina Trinca Figuera Editora responsable <https://orcid.org/0000-0001-7878-3840>

Han sido largos y fructíferos 65 años desde que el 17 de febrero de 1959, el Consejo Universitario de la Universidad de Los Andes, aprobó la creación del Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales (IGCRN), adscrito desde sus inicios a la Facultad de Ciencias Forestales y, desde 1995, de Ciencias Forestales y Ambientales. La visión de algunos de sus pioneros, pero principalmente la de su fundador, profesor Antonio Luis Cárdenas Colmener, quien siempre tuvo muy clara la necesidad de impulsar un instituto que se ocupase de promover los estudios sistemáticos de una disciplina, cuyo ámbito de acción para entonces se reducía a la mera descripción de la superficie terrestre, por lo que pensar en geografía era pensar en términos enciclopedistas. Para aquel momento, la tarea de demostrar que la geografía era -y es- mucho más que conocer nombres de ríos, desiertos, montañas, países y sus correspondientes capitales, fue sumamente ardua.

Esta preocupación del profesor Cárdenas era consustancial con serios problemas asociados con la deforestación, claramente visibles en los Andes centrales venezolanos, desde fines de los años cuarenta del pasado siglo XX, problemas que pedían respuestas. De allí el énfasis, en sus primeras décadas de existencia, en la investigación aplicada, principalmente en el campo de la geografía física. En sus inicios, destacados profesores extranjeros estuvieron presentes para trabajar con los colegas que tenían toda la ilusión de demostrarle al mundo académico (y no académico), qué se hacía en un instituto como el nuestro y cómo los resultados de sus investigaciones podían ser útiles para la toma de decisiones de los entes encargados de intervenir en el territorio. En esta etapa, la presencia del profesor Jean Tricart fue sumamente valiosa al participar en distintos proyectos en el área de geografía física. También fue muy significativo la participación del IGCRN en proyectos con instituciones públicas, entre las que destaca la Corporación de Los Andes.

Durante todos estos años el IGCRN ha transitado por momentos de sostenido impulso productivo, pero también por algunos en los que este se ha visto seriamente afectado. En cada uno de estos momentos, quienes hacemos vida en el Instituto hemos mantenido una actitud acorde con las circunstancias, pues estamos conscientes de la importancia de un centro de investigaciones de las características del IGCRN para el desarrollo del país, pero sobre todo para el ámbito de acción de la aplicación de los resultados de las investigaciones que allí se adelantan, en particular las que tienen que ver con lo ambiental, territorial, ordenación, gestión de riesgos siconaturales, población, etc.

Como ya se ha mencionado en anteriores editoriales al hablar de los aniversarios del IGCRN, es pertinente volver a recordar que en las primeras décadas de su existencia la orientación teórico-metodológica estaba claramente influenciada por la geografía francesa, lo cual se observa en los estudios regionales en los que lo relevante era la descripción y la subsecuente síntesis geográfica, pero lo más significativo era que sus resultados fuesen de utilidad para la toma de decisiones en materia de planificación territorial. Tiempo después, sin dejar de lado lo regional, comienzan a desarrollarse investigaciones que apuntan más a otras temáticas teórico-metodológicas, p. ej. estamos pensando en la irrupción de la revolución cuantitativa en geografía y de la cual nuestro instituto no fue ajeno.

Paralelamente, también fueron objeto de interés, problemas asociados con las desigualdades socioespaciales (enfoque radical y humanista); más adelante se incorporan temas relativos a la denominada globalización y sus manifestaciones territoriales y cómo inciden en la (re)organización del espacio.

Asimismo, en los últimos tiempos, a pesar de las circunstancias nada halagüeñas por las que atraviesa nuestra Universidad de Los Andes, y por ende el IGCRN, varios de nuestros investigadores se preocupan por asuntos vinculados con el postmodernismo, los giros culturales, espaciales. Todo sin dejar de lado su esencia: ser un instituto que se ocupa de desarrollar investigaciones en el campo de la geografía y ciencias afines, por lo que siempre han estado presentes los estudios regionales, pero también los sistemáticos, destacando los que tienen que ver con vulnerabilidad, en todas sus manifestaciones, cambio climático, etc., pero igualmente emergen diferentes enfoques eclécticos, por lo que se está en presencia de una gama de orientaciones en las que destacan: la preocupación por lo ambiental, el desarrollo local, la ordenación del territorio, geografía cultural, sistemas de información geográfica. Como se puede ver, nos movemos tanto en la investigación básica como en la aplicada.

Para quien suscribe este editorial es de vital importancia resaltar el rol del órgano divulgativo del IGCRN; nos referimos a la Revista Geográfica Venezolana. La Revista acompaña al Instituto desde su fundación, es decir, cumple al igual que este 65 años, divulgando qué se hace tanto en él como en la Escuela de Geografía, su hija dilecta, la que también conmemora en este 2024, 60 años de vida académica, pero también incorporando entre lo que en ella se publica artículos y otros textos, que dicen con respecto al desarrollo teórico-metodológico de la geografía y hacia dónde apunta en términos de explicación / interpretación de los visibles cambios a los que el mundo de nuestros días nos enfrenta cotidianamente y que exigen, por el futuro de la humanidad, una postura clara y ecuaníme de los intelectuales que hacen vida en el mundo académico.

Desde que se editó su primer número (1959) hasta el presente (65, 1, 2024), la preocupación ha sido con la periodicidad y con la calidad de lo que en ella se publica. Todos los que han tenido (y tenemos) la responsabilidad de ser sus editores hemos asumido como norte que la forma de demostrar lo que se hace en el IGCRN, en particular, y en el campo de la geografía en general, es a través de su órgano divulgativo: la Revista Geográfica Venezolana. Ella recoge su historia pasada, presente y con certeza futura.

Precisamente, pensando en los necesarios cambios que día a día se detectan en el campo editorial, la Revista hizo un esfuerzo importante para incorporarse a la plataforma *Open Journal Systems* (OJS), lo que finalmente se logró a fines del 2023. Para esto se contó con el invaluable apoyo del personal del repositorio institucional Saber ULA, en especial de su coordinadora, Ing. Eddy Paredes, pero también con el de la Dra. Mariela Ramírez, de la Comisión de Publicaciones del Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y de las Artes (CDCHTA) de nuestra universidad, y con el de nuestra Secretaria Editorial, Sra. Consuelo Vargas. No fue fácil la tarea, pues a diferencia de otras publicaciones periódicas de nuestra universidad y de otras latitudes, incorporar la colección de la revista a OJS ha sido tedioso y complicado, ya que solo se contaba en versión digital con los últimos 25 años. Todavía queda más de un detalle técnico por resolver, pero se trabaja en ello. Es oportuno señalar que aún se continúa con el proceso de incorporar, de manera progresiva, los restantes 50 años de la colección en esta plataforma. Para nosotros estar en OJS ha sido todo un esfuerzo que nos gratifica y nos parece que se constituye en un laurel más para incorporar a los 65 años de vida académica del Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales.

No podemos cerrar este editorial sin mencionar una vez más la importancia que tuvo en su momento, la figura del Dr. Pedro Rincón Gutiérrez, rector de la Universidad de Los Andes durante varios períodos. Ciertamente, el profesor Rincón Gutiérrez, al inicio de la vida democrática en Venezuela (1958), fue un visionario en cuanto a la necesidad de modernizar a la universidad venezolana. Es este contexto y esa mirada futurista la que le da vida al IGCRN en 1959, y cinco años más tarde a la Escuela de Geografía. Las palabras que el profesor Rincón Gutiérrez pronunció cuando el IGCRN conmemoraba, hace 20 años atrás, sus 45, parecen muy acertadas en estos momentos tan aciagos y complicados que vive nuestra Universidad de los Andes y también el Instituto y la Escuela de Geografía:

"Y ahora, como el viejo rector, que en su primer acto de creación fue incorporar al Doctor Cárdenas Colmener a la vanguardia transformadora de la Universidad de Los Andes, y fundar este glorioso Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales y el elenco de lúcidos geógrafos, capitanes de la aurora, sólo os exijo y reclamo repotenciar vuestros empeños y engrandecer vuestras ensoñaciones para hacer de Venezuela, el espacio paradigmático donde se conjugue la dignidad de los ínclitos profesionales de la geografía y las inveteradas aspiraciones de un pueblo, que aún espera su redención.

Que la geografía y sus valientes alabarderos sigan consolidando el espacio para la grandeza del ser humano en su universal plenitud"

Identificación de zonas susceptibles a la formación de cárcavas:

Evaluación multicriterio y análisis espacial

Identificação de áreas propensas a deslizamentos de terra:
Avaliação multicritério e análise espacial

Identifying areas subject to gully formation:
Multi-criteria evaluation and spatial analysis

Federico Javier Beron de la Puente y Verónica Gil

Universidad Nacional del Sur, Departamento de Geografía y Turismo
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, Argentina
fedeberon@gmail.com; verogil@uns.edu.ar

Beron de la Puente: <https://orcid.org/0000-0003-4228-4593>

Gil: <https://orcid.org/0000-0002-2824-204X>

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue identificar cárcavas y zonas susceptibles de formación. La metodología consistió en la aplicación de la evaluación multicriterio (EMC) y análisis espacial con sistemas de información geográfica (SIG). Los resultados fueron: 1) un esquema metodológico que puede ser aplicado en otras áreas y, 2) la localización de zonas de mayor riesgos a la formación de cárcavas. La cartografía temática obtenida se transforma en una herramienta para la toma de decisiones sobre las medidas de control y mitigación de la erosión y así reducir el impacto en las zonas de producción agrícola.

PALABRAS CLAVE: evaluación multicriterio; cárcavas; piedemonte; SIG.

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi identificar voçorocas e áreas suscetíveis para sua geração. A metodologia consistiu na aplicação de avaliação multicritério (MCA) e análise espacial com sistemas de informações geográficas (GIS). Os resultados obtidos foram: 1) um esquema metodológico que pode ser aplicado em outras áreas e 2) a localização de áreas com maior risco de formação de voçorocas. O mapeamento temático obtido torna-se uma ferramenta para a tomada de decisões sobre controle de erosão e medidas de mitigação para reduzir o impacto ambiental em áreas de produção agrícola.

PALAVRAS-CHAVE: avaliação multicritério; voçorocas; piemonte; SIG.

Abstract

The aim of this research is to identify gully zones and potential areas for its generation. The multicriteria evaluation (MCE) and Spatial Analysis with Geographic Information Systems (GIS) were applied. The results obtained were 1) a methodological scheme that can be applied in other areas and 2) the location of areas with the highest risk of gully formation. The thematic cartography obtained becomes a tool for decision-making on erosion control and mitigation measures. In this way, it contributes to reducing the environmental impact in agricultural production areas.

KEYWORDS: multicriteria evaluations; gully; foothills; GIS.

1. Introducción

Los procesos de erosión hídrica pueden afectar negativamente un suelo productivo, reduciendo así áreas destinadas a la agricultura y el pastoreo. Este mecanismo de erosión es multicausal y se puede dar por factores físicos como intensidad y cantidad de lluvia, topografía, tamaño y forma de la cuenca, longitud y gradiente de laderas y características del suelo, o por factores antrópicos como el uso inapropiado del suelo y de la vegetación, sobrepastoreo, construcción de caminos, senderos creados por animales o vehículos, entre otros (Bocco, 1991; Strunk, 2005; Cisneros *et al.*, 2012). Al activarse este proceso, se produce una pérdida de la capa fértil del suelo y la disminución de la capacidad de retención de agua. Esto a su vez implica impactos ecológicos y altos costos económicos a partir de sus efectos sobre la producción agrícola con la disminución del rendimiento de cultivos, daños en la infraestructura y la calidad del agua poniendo en riesgos también, a la seguridad alimentaria (Nájera González *et al.*, 2016).

Ya Strahler (1964) indicaba que cuando la erosión laminar producida por las lluvias adquiere una mayor intensidad en la superficie del suelo, es capaz de originar erosión en surcos. Así, se crean innumerables acanaladuras de poca superficie que pueden transformarse en grandes depresiones denominadas barrancos acelerando la erosión de los suelos y evolucionando en lo que se conoce como cárcavas. Esta última forma de erosión se presenta cuando existe una excesiva concentración de escorrentía en determinadas zonas del terreno y que posteriormente permite su ampliación progresiva. Por otra parte, cuando la cantidad de precipitación excede la capacidad de infiltración del suelo, el agua fluye sobre la superficie (escorrentía) y arrastra partículas en cantidad variable, de acuerdo con su volumen, velocidad y las resistencias que se oponen a su acción. Todos estos procesos de erosión del suelo ocurren debido a una suma de diferentes factores.

En áreas agrícolas la labranza para cultivos en el sentido de la pendiente, las construcciones sin ordenamiento y los drenajes de agua superficiales no bien dirigidos pueden originar profundas cárcavas. Una vez iniciado este proceso es muy costoso y engorroso atacarlo mediante el empleo de maquinaria agrícola convencional.

Las tecnologías de la información geográfica (TIG) y, especialmente los sistemas de información geográfica (SIG) surgen como nuevas herramientas de análisis para ser aplicadas a la gestión de la información espacial y resolver problemáticas ambientales, territoriales o prevención de riesgos naturales (Santos Preciado, 2004). De esta forma se obtiene una comprensión integrada de la realidad y de las interacciones sociedad–naturaleza, la cual permite abordar las relaciones espacial diferentes capas temáticas (Buzai *et al.*, 2011) y analizar problemáticas ambientales para la planificación del territorio.

Esto conlleva el uso de técnicas específicas como las de Evaluación Multicriterio (EMC). Estas tienen un alto grado de aplicabilidad para la identificación de sitios óptimos y zonas de aptitudes potenciales para el desarrollo humano como también la evaluación de desajustes e impactos ambientales provenientes de actividades antrópicas (Español Marino, 2017; Ángeles *et al.*, 2011; Hernández-Zaragoza *et al.*, 2019; Buzai y Galbán, 2020) o la localización de problemáticas orientadas al uso del suelo (Belenguer Plomer, 2016). El objetivo de la presente investigación fue identificar zonas de cárcavas y zonas susceptibles de formación a partir de la evaluación multicriterio (EMC) y análisis espacial con sistemas de información geográfica (SIG).

Los resultados obtenidos resultaron en: 1) un esquema metodológico que puede ser aplicado en otras áreas y, 2) la localización de zonas de mayor riesgo de formación de cárcavas. La cartografía temática obtenida se transforma en una herramienta para la toma de decisiones sobre las medidas de control y mitigación de la erosión y así reducir el impacto ambiental en las zonas de producción agrícola.

2. Área de estudio

Se tomó como área de estudio la cuenca alta del arroyo Napostá Grande (entre 62°23' - 61° 95' Lat. Sur y 38° 21'- 38° 07' Long. Oeste) con una superficie de 250 km² aproximadamente (FIGURA 1). El cauce principal de la cuenca nace entre el cerro Tres Picos (1.234 m) y Napostá (1.180 m) y su red de drenaje evoluciona sobre las laderas oeste del Cordón de Ventana (Sistema de Ventania,

Argentina). Las pendientes de la cuenca presentan claros contrastes condicionados por las unidades geomorfológicas que la componen. El 45% del área de llanura tienen una pendiente promedio de 2 - 5% y el 17% una pendiente menor al 2%, mientras que la zona serrana toma valores mayores al 10%, los cuales se ubican en la zona de piedemonte y afloramiento rocoso (Beron de la Puente, 2021).

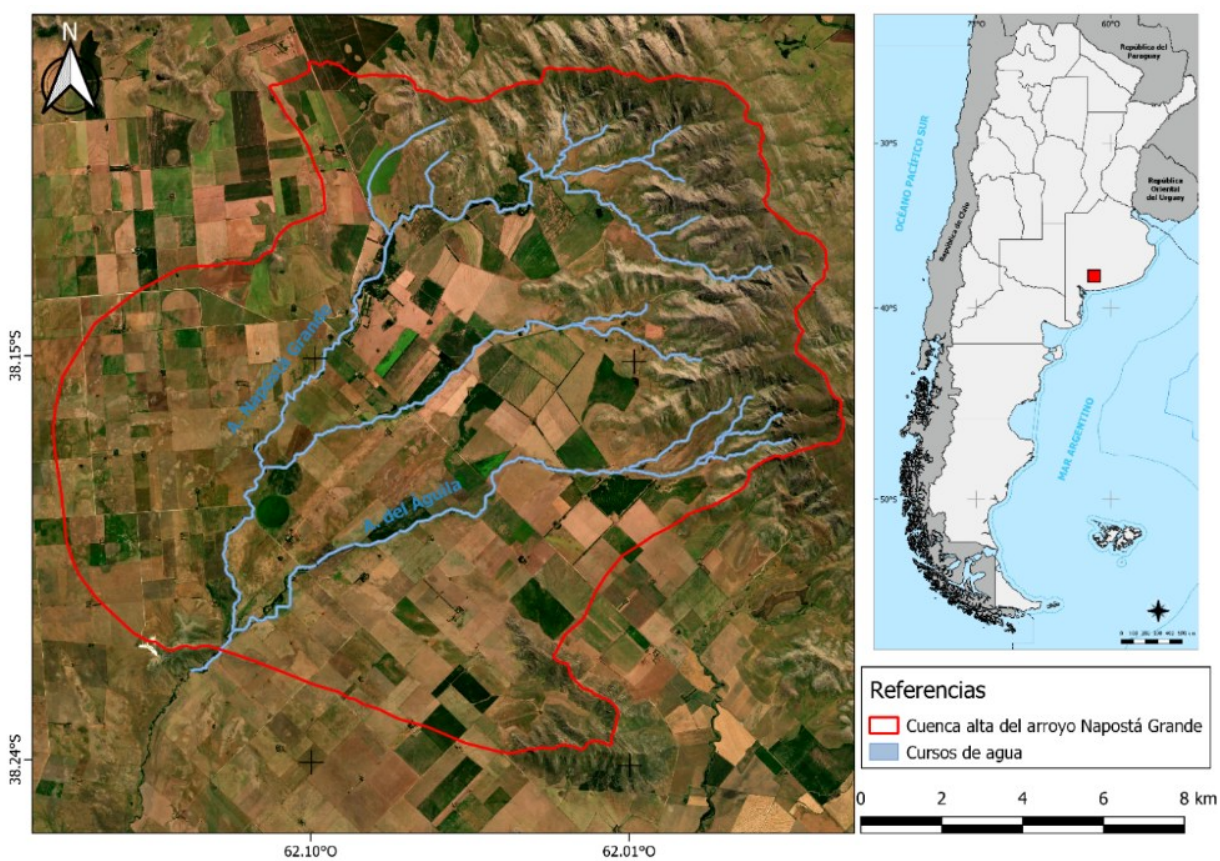


FIGURA 1. Localización de la cuenca alta del arroyo Napostá Grande. Fuente: elaboración propia

La cuenca se desarrolla en una zona climática templada seca-subhúmeda caracterizada por la presencia de ciclos húmedos y secos que se manifiesta en variaciones temporales, estacionales e interanuales de los montos de precipitación (Gil y Campo, 2000; Casado y Campo, 2019). Sumado a este ciclo natural, las sierras incrementan la variabilidad de las lluvias con la altura y la orientación de las laderas (Beron de la Puente *et al.*, 2022).

Los suelos están formados por sedimentos loésicos y son aptos para actividades productivas y por ello, en mayor medida el área de estudio está vinculada con la agricultura (cultivos de cereales como trigo y cebada) y, en menor medida, con la ganadería, a la vez que se superponen actividades turísticas y de conservación. En algunos sectores de la cuenca, donde se realizan actividades agrícolas, se han generado e intensificando procesos de erosión hídrica luego de lluvias intensas y procesos de degradación de los suelos que conlleva a una disminución de la productividad de cultivos, a medida que se pierde la calidad del mismo, debido a su susceptibilidad de la capa superficial del suelo frente a la erosión hídrica (Beron de la Puente, 2021).

3. Materiales y métodos

En la FIGURA 2 se distinguen los materiales, los procesos, las variables usadas de entrada al modelo

AHP para llegar al mapa final de formación de cárcavas o potencial formación. Los materiales o datos de entrada son: el Modelo Digital de Superficie *Alos Palsar* 12,5 m (*Alaska Satellite Facility*, 2023), los datos grillados de precipitación de 0,5 y 0,5 (*Climatic Research Unit*, 2023), las cartas de suelo a escala 1:500.000 del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, 1989) y las Imágenes Sentinel 2 (*Earth Explorer USGS*, 2023). Con esta información de entrada se procedió al recorte del área de estudio y a la creación de la Data Base (Bandas 4 y 8) para el cálculo del NDVI, el análisis espacial de la pendiente y superficie, los suelos y las precipitaciones.

Estos contribuyen al estudio y determinación de las variables que se incluyen para la identificación de sectores con cárcavas actuales o potenciales de formación. Estas son: 1) la cuantificación de procesos fluviales a partir de índices SPI y TWI; 2) la variación de cobertura del suelo mediante la obtención de la variación de la erosión hídrica y, 3) la consideración de la topografía del área mediante el uso del factor LS provista dentro de la ecuación revisada de pérdida de suelos (RUSLE por sus siglas en inglés). Esta elección radica en que la suma de estas en su conjunto puede determinar áreas críticas de formación de cárcavas, así como la posibilidad 4) de identificación de las actuales mediante el método de AHP. En la FIGURA 2 también se indican los pasos utilizados en el modelo AHP.

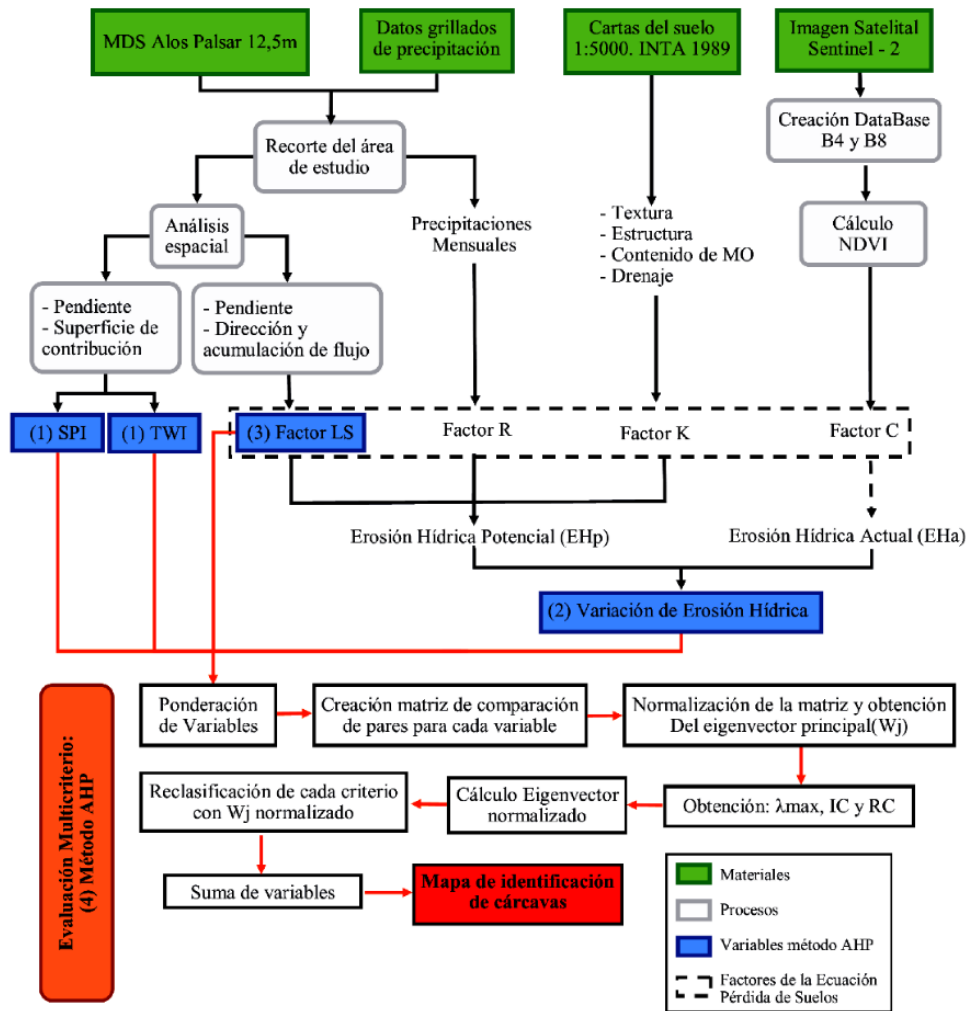


FIGURA 2. Esquema metodológico. Fuente: elaboración propia

3.1. Índices morfométricos para la cuantificación de procesos (1)

Una forma de identificar la formación de cárcavas o estimar la potencialidad de su formación es a través del uso de índices morfométricos, ya que se consideran buenos indicadores de signos de erosión en una cuenca hídrica (Beven y Kirkby, 1979). Moore *et al.* (1991) encontraron que el uso conjunto del *Topographic Wetness Index* (TWI), (Beven y Kirkby, 1979) y *Stream Power Index* (SPI) es un buen predictor de procesos de cárcavamiento en cuencas agrícolas en barbecho.

Estos se calcularon a través de algebra de mapas.

El TWI fue obtenido a partir de la fórmula [1]. El SPI es un estimador de la fuerza erosiva del flujo superficial y fue concebido con el fin de predecir áreas potenciales de cárcavamiento por concentración del flujo superficial (Cara, 2012). La expresión para calcularlo es [2].

$$TWI = \ln(A/\tan\beta) \quad [1]$$

$$SPI = A \cdot \tan\beta \quad [2]$$

Donde el factor A (Superficie de contribución aguas arriba) y $\tan\beta$ (pendiente local) pueden ser calculados bajo distintas metodologías a partir del uso de SIG (Moore *et al.*, 1991).

3.2. Factores de la ecuación RUSLE

Cada una de las variables de la ecuación [3] se considera un factor en sí que conlleva un cálculo específico.

$$A = R \times K \times L \times S \times P \times C \quad [3]$$

Donde A es la pérdida anual de los suelos por unidad de superficie (tn/Ha/año), R es el Índice de erosividad de las lluvias ($\text{MJ} \times \text{mm} \times \text{ha}^{-1} \times \text{h}^{-1}$), K es la susceptibilidad a la erosión del suelo ($\text{tn} \times \text{MJ}^{-1} \times \text{mm}^{-1}$), L es la longitud de la pendiente, S es el grado de la pendiente, C es el factor de cobertura y manejo del suelo (adimensional) y el P es el factor prácticas de conservación de suelos agrícolas (adimensional).

Para la agresividad de precipitaciones (Factor R), se utilizaron los datos grillados de precipitación (Berón de la Puente, 2021). El Factor K se determinó mediante el método de Wischmeier y Smith (1978) y se recurrió a los mapas de suelos de la provincia de Buenos Aires 1:500.000 y mapa digitalizado del Visor GeoINTA 1:50.000. Para el Factor P, de prácticas agrícolas, se tomó como valor único para toda la cuenca de estudio de 1. Para el Factor C de coberturas se siguió una metodología de obtención indirecta mediante el uso de imágenes satelitales ópticas Sentinel 2 (Berón de la Puente y Gil, 2021). Finalmente, el Factor Topográfico (LS), producto entre la longitud de la ladera (L) y el gradiente de la pendiente (S), es considerado una variable activa en el proceso de erosión hídrica pues direcciona la circulación del agua sobre el suelo.

Para la obtención de cada uno de los factores fue necesario el uso de Modelo Digital de Superficie (MDS) Alos Palsar de 12,5 metros de resolución espacial, para luego aplicar, mediante la calculadora ráster, las ecuaciones que llevan a la obtención de la variable final y su espacialización (McCool *et al.*, 1989). El factor L se define como la distancia desde el punto de origen del flujo sobre la superficie hasta el punto donde la pendiente disminuye lo suficiente como para que ocurra la deposición o hasta el

punto en el que el escurrimiento entra en un canal definido. En cambio, el S se expresa en porcentaje (diferencia de cota en 100 m de distancia horizontal), por lo cual aumentos en longitud e inclinación de pendiente puede producir altas velocidades de flujo superficial y por tanto mayores tasas de erosión (Haan, 1994). Según Moore y Burch (1986), el factor LS puede ser utilizado como una medida de la capacidad de transporte de sedimentos del flujo superficial y en definitiva un indicador de posibles procesos erosivos en una cuenca hídrica. Por lo tanto, un mayor valor del factor LS significa un incremento en la tasa de erosión hídrica.

3.3. Variación de la erosión hídrica (2)

Para obtener la variación de la erosión hídrica (VHh) en la cuenca fue necesario contar primeramente con los valores de erosión hídrica potencial (EHp) y actual (EHa), aplicando para ambos casos la RUSLE (Renard *et al.*, 1997) [3].

En el caso de la EHp solo se realiza el producto de los factores $R \times K \times L \times S$, mientras que para la EHa se usa la ecuación 3 en su totalidad. Una vez obtenido EHp y EHa, es posible calcular la variación de la erosión hídrica mediante la ecuación 4. Esta indica el porcentaje de variación entre ambas capas.

$$[(Ehp - EHa) / Ehp] \times 100 \quad [4]$$

3.4. Aplicación de la EMC a través del método Analytic Hierarchy Process (AHP) (4)

Según Barredo Cano (1996) la decisión multidimensional y los modelos de evaluación, de los cuales la EMC forma parte, proporcionan un conjunto de herramientas para el análisis de las complejas propiedades referidas a diferentes alternativas de selección, cuestión que facilita la toma de decisiones. Se aplicó el AHP, diseñado por Saaty (1980), que consiste en la construcción de un modelo jerárquico complejo para ayudar a la comprensión de problemas utilizando la comparación entre parejas de criterios y así determinar un nivel de preferencias sobre el conjunto de alternativas seleccionadas. Este ordena los criterios de acuerdo con una jerarquía y luego efectúa comparaciones binarias (una a una) atribuyendo valores o pesos de acuerdo con una

escala de importancia relativa, ordenada de 1/9 a 9 que se interpreta como se describe en la TABLA 1.

TABLA 1. Escala utilizada para la asignación de pesos. Fuente: elaboración sobre la base Saaty (1980)

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Menor Importancia	←	←	←	Igual Importancia	→	→	→	Mayor importancia

Un aspecto importante de este método es que, una vez asignados los pesos, permite obtener un valor de consistencia de la matriz a fin de valorar la relación de los criterios entre sí, su coherencia y pertinencia. La relación de consistencia (RC) debe ser menor a 0,10 para que la matriz de ponderaciones sea aceptable (Saaty, 1980).

Una vez que se identificaron las variables que intervienen en la generación de cárcavas, se aplica el método AHP (Saaty, 1980). Este comienza con la construcción de una matriz de reclasificación de las capas ráster con un ranking de importancia, la cual se establece mediante pesos para las variables identificadas en la formación de cárcavas, donde cada variable de cada capa ráster se recategoriza entre una escala de valores de 1 a 100, de acuerdo a su nivel de importancia, donde el 1 representa el valor menos importante y el 100 el valor más influyente en la generación de cárcavas en el área de estudio. Esta asignación de pesos responde al conocimiento adquirido a través de la recopilación y análisis de la bibliografía específica de autores que abordan la problemática de la generación de estas formas erosivas.

En una siguiente etapa, una vez construida la matriz con la asignación de pesos y realizando las conversiones para que todas las capas sean ráster, se asignan pesos correspondientes según el método AHP (TABLA 1) mediante plugin AHP para el software Qgis 2.18, debido a que ofrece un soporte de comprobación estadística de los pesos asignados. Paso siguiente consiste en calcular el

'eigenvector normalizado' (W_{jnorm}). El mismo se hace con la división del eigenvector principal de cada fila por el número de clases que son 4. Ahora, en la obtención del parámetro λ_{max} , necesario para el cálculo del valor de consistencia de los pesos, en primer lugar, se realiza una suma lineal ponderada de los pesos de cada variable de la matriz de comparación de pares con su peso normalizado (W_{jnorm}). Los valores de la suma de cada variable se dividen por su W_{jnorm} y, finalmente, el promedio de los valores obtenidos corresponde al $\lambda_{máx}$. Para calcular el Índice de Consistencia (IC), de los pesos de las variables, se utilizó la siguiente fórmula:

$$IC = (\lambda_{máx} - n) / (n - 1) \quad [5]$$

Donde n corresponde al número de clases o alternativas de un criterio determinado. Para determinar la Relación de Consistencia (RC), se obtiene dividiendo el valor de IC por un valor constante, según el número de clases, denominado Índice Aleatorio Medio (IAM) (Saaty, 1980). Para finalizar, se realiza un algebra de mapas con este vector normalizado y se aplica una superposición temática dando como resultado que, los mayores valores representan las zonas donde hay mayor probabilidad se formación de cárcavas o de cárcavas ya formadas. De esta forma se categorizaron las áreas según el nivel de peligrosidad.

4. Resultados

4.1. Topographic Wetness Index (TWI) y Stream Power Index (SPI)

Los valores del TWI varían entre 6 y 16 (FIGURA 3-A). El color rojo/anaranjado señala los menores valores que coinciden con las pendientes elevadas o de

escasa superficie para la captación de agua. En estas regiones de la cuenca hídrica, el agua podrá circular a una mayor velocidad produciendo una mayor erosión del suelo. En cambio, los colores blancos y verdes señalan las regiones con mayor valor de TWI que indican una acumulación de agua en el suelo y marca, en este caso, la red de drenaje de la cuenca.

El SPI varían entre 7 y 17 (FIGURA 3-B). Este índice adquiere los mayores valores (de color rojo – amarillo) en áreas de la cuenca donde se concentra el flujo superficial. La combinación de un valor elevado del índice SPI y un bajo valor del TWI, son buenos indicadores para localizar de forma preliminar regiones donde se podrían formar cárcavas en zonas agrícolas (Moore *et al*, 1988). Cabe destacar que estos índices no toman en consideración otras características del suelo como la textura, estructura, drenaje, clima los cuales en su conjunto complementan un análisis más exhaustivo del contenido de humedad del suelo o el flujo superficial del agua. Sin embargo, sus resultados son válidos como aproximación a las condiciones de suelo (Beron de la Puente, 2021).

4.2. Variación de erosión hídrica

Para la cuenca del arroyo Napostá Grande los valores de variación de la erosión hídrica oscilan entre 17 y 99% (FIGURA 3-C). Los colores rojos indican la máxima variación (encima del 90%) y los verdes claros y amarillos indican variaciones entre 30 a 60%. Los valores en donde hay mayor variación de erosión hídrica se deben a la inclusión del Factor C en el cálculo EHa. En otras palabras, el rol que cumple la vegetación en disminución de la erosión en estas zonas es muy importante. En consecuencia,

estas zonas se tornan más vulnerables a la pérdida de suelo si se modifica la cobertura vegetal. En este caso, la planificación del control de la erosión hídrica debe tener en cuenta este resultado.

4.3. Factor Topográfico LS – RUSLE

Para la cuenca alta del arroyo Napostá Grande, ubicada sobre el piedemonte serrano, el factor topográfico (LS) varía de 0 a 45 y es de suma importancia, dado que incide directamente en la susceptibilidad de movilización del suelo por la ladera, debido a la acción de las lluvias. La disparidad en el gradiente de la pendiente se ve reflejada en la FIGURA 3-D, donde los mayores valores de LS (naranja/rojo) se corresponden con pendientes más pronunciadas alcanzando en los máximos en sectores de afloramientos rocosos.

4.4. El modelo de peligrosidad de formación de cárcavas a través de la AHP

La asignación de pesos para cada variable utilizada, cuyos resultados se expusieron precedentemente. Esta reclasificación se realizó para el Factor LS, el TWI, el SPI y la variación erosión hídrica por separado. Posteriormente, al aplicar la técnica (AHP), se construye la matriz de comparación por entre estas variables obteniéndose los resultados indicados en la TABLA 2. De esta manera, se genera esta matriz donde se compara la importancia de cada una de ellas con relación a las demás para, posteriormente, sumar cada columna y crear una nueva matriz normalizada dividiendo cada número almacenado en las celdas de una columna de la matriz por la suma total de la columna.

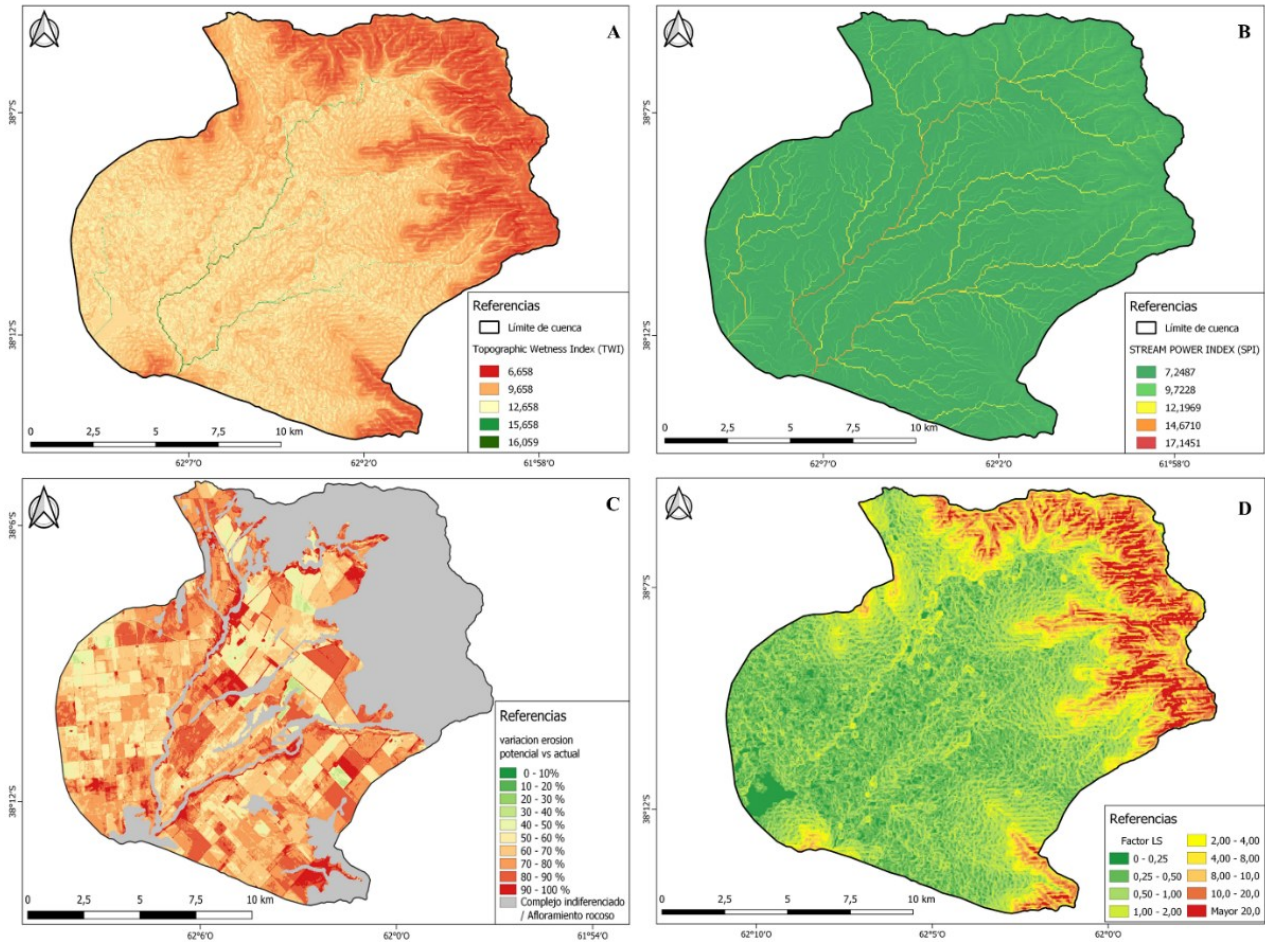


FIGURA 3. Variables utilizadas en la evaluación multicriterio. Fuente: elaboración propia

TABLA 2. Matriz de comparación por pares. Fuente: elaboración propia

	Factor LS	TWI	Variación de erosión hídrica	SPI
Factor LS	1	3.03	5.0	8.33
TWI	0.33	1	3.03	5.0
Variación de erosión hídrica	0.2	0.33	1	3.03
SPI	0.12	0.20	0.33	1

Luego en esta nueva matriz normalizada se obtiene el vector principal W_j para cada variable (eigenvector principal) realizando la sumatoria de cada fila (Saaty, 1980) como se indicó en el apartado de metodología. Según la asignación de pesos a cada una de las variables en la matriz, el resultado final de la Relación de Consistencia (CR) fue de 0,036 (menor a 0,10) valor que indica que la relación

de pesos asignados a las diferentes alternativas de los criterios, es aceptable. Una vez finalizado el procedimiento del método AHP se realizó el álgebra de mapas para finalmente obtener el mapa de riesgo de peligrosidad de formación de cárcavas (FIGURA 4). Se establecieron 5 categorías para representar los niveles de peligrosidad de

formación de cárcavas: muy baja, baja, media, alta y muy alta.

Se puede observar que las áreas que presentan la categoría de peligrosidad muy alta (color rojo) se localizan en sectores del piedemonte y forma patrones lineales semejantes a una red de drenaje que complementa y se suma a la existente. Sumado a esto, las cárcavas ya formadas e identificadas

visualmente coinciden con áreas que el modelo identificó con el rango de muy alto. A nivel general, se puede destacar que las cárcavas identificadas no siguen un patrón sobre el tipo de suelos, sino por las condiciones topográficas, dando a entender que las cárcavas pueden surgir por las características naturales de la cuenca y dependiendo del manejo de los cultivos y tipo de cultivos.

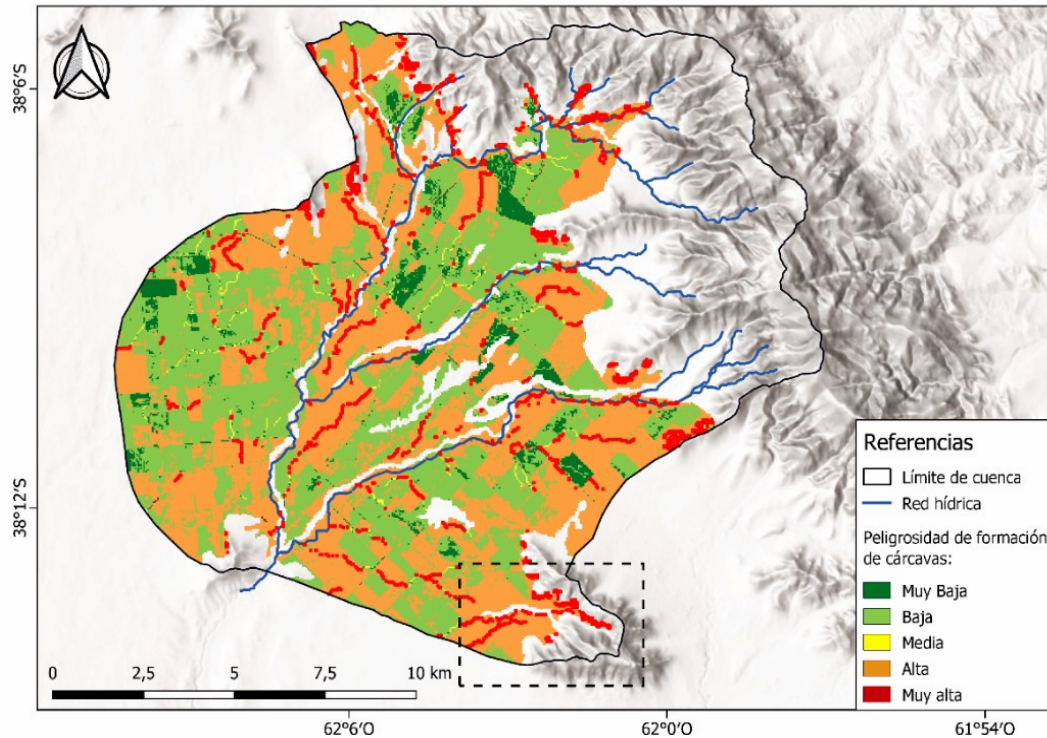


FIGURA 4. Zonas de identificación de cárcavas y zonas de potencial formación. Línea discontinua zoom a cárcava de estudio (FIG. 5). Fuente: elaboración propia

En la FIGURA 4 se cartografiaron zonas de peligrosidad potencial de formación de cárcavas siendo los sectores de color rojo los que presentan mayor peligrosidad potencial de cárcavamiento. Se focaliza para su análisis una cárcava ejemplo que se identificó a partir de la metodología propuesta (línea discontinua), ubicada en el extremo sureste de la cuenca. En la FIGURA 5 se detalla sus características, el perfil topográfico indica su longitud total (2.170 m) y un desnivel de 40 m resultando en una pendiente de 1,8 %.

Si analizamos los diferentes factores aplicados para su identificación, el TWI (FIGURA 5-1) arroja los menores valores, lo que significa que el agua no queda retenida por el suelo, sino que escurre inicialmente como flujo laminar. Por otro lado, el SPI (FIGURA 5-2) toma mayores valores en ese sector, por lo tanto la concentración de flujo superficial es mayor, favoreciendo la escorrentía superficial y, en consecuencia, la erosión del suelo.

La variación de la erosión hídrica (FIGURA 5-3) da un valor por encima del 70 %, lo que significa que

la cobertura vegetal en ese sector, y sobre todo en la cabecera de la cárcava, es un factor importante en la reducción de la tasa de erosión.

Finalmente, el factor LS (FIGURA 5-4) toma valores bajo a medios (entre 0,25 y 2), con lo cual

las pendientes no son pronunciadas, esto corresponde con el porcentaje de pendiente que en la zona de la cabecera de cárcava es entre el 5 al 10% (Beron de la Puente, 2021).

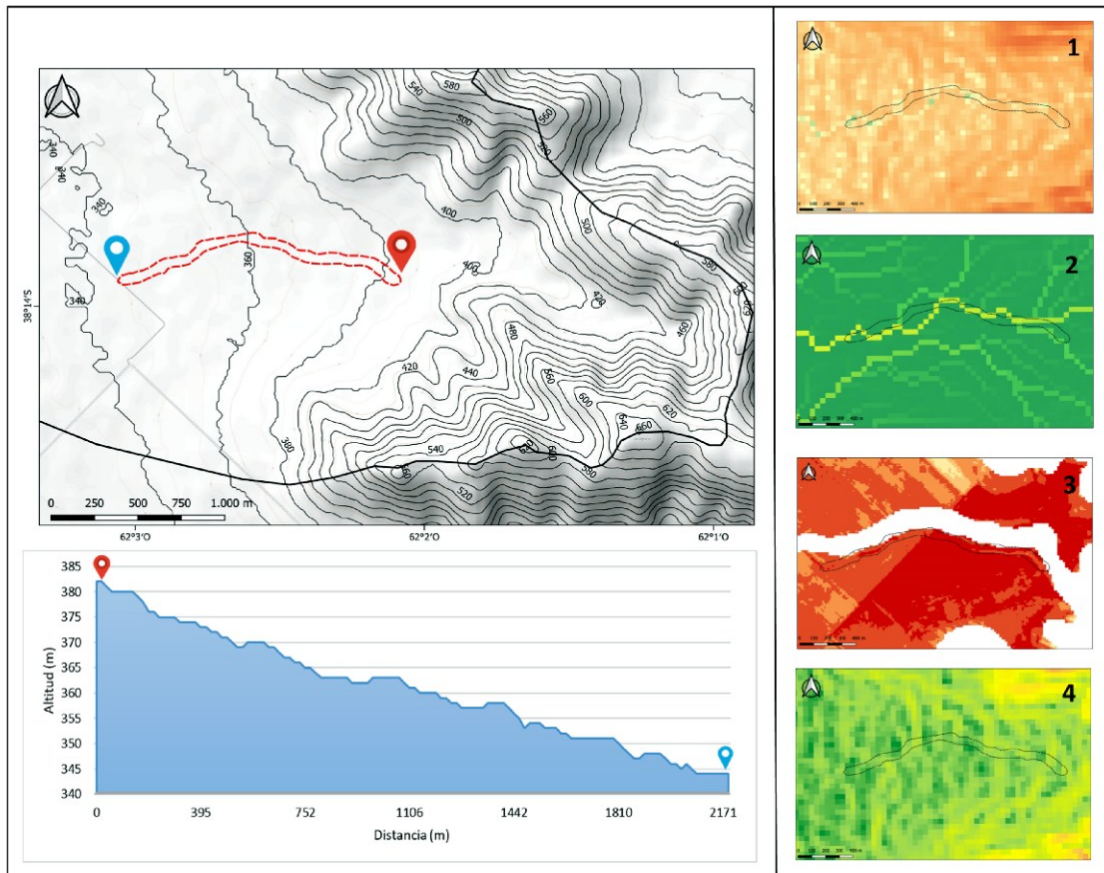


FIGURA 5. Perfil topográfico y variables utilizadas para la evaluación multicriterio de una cárcava. Su localización está indicada en la FIGURA 4 (líneas punteadas). Fuente: elaboración propia

Con estos resultados en su conjunto, e indirectamente con la variación de la erosión hídrica, se puede afirmar que el tipo de cobertura vegetal existente en el lugar es un factor determinante para el grado de erosión. Esto sucede debido a que las plantas protegen el suelo del impacto de las gotas de lluvia y las raíces lo sostienen favoreciendo la textura y estructura del mismo. Además, estas también tienden a aumentar la infiltración de agua, lo que reduce el volumen de flujo superficial en el sentido de la pendiente y, por

lo tanto, se reduce la erosión laminar significativamente (Woo y Luk, 1990). Merrill *et al.* (2002), Chagas *et al.*, (2004) y De La Vega *et al.* (2004) llegaron a las mismas conclusiones para diferentes tipos de suelos de la provincia de Buenos Aires y sudeste de la provincia de Córdoba, donde el suelo que presentaba un mayor porcentaje de cobertura vegetal respecto al suelo sin cobertura, la infiltración del agua era mayor y, por consiguiente, el riesgo de erosión hídrica disminuía a medida que este porcentaje aumentaba.

Por otra parte, Varis y Vakkilainen (2001) y Sidle *et al.* (2004) indican que si la cubierta vegetal es reducida, la escorrentía y la erosión del suelo puede aumentar en gran medida y pueden ser formadores de cárcavas. Con ello, la importancia de identificar las 4 variables, no solo el factor LS, sino hacer un análisis en conjunto tomando en consideración al SPI y al TWI (nuevas variables), así como un mapa

5. Conclusiones

En el estudio de la formación de cárcavas se destaca la utilización de los TWI y el SPI como índices necesarios para su análisis. Se pudo demostrar mediante su implementación sectores de la cuenca en las que se representa las zonas con baja captación de agua, y por ende una mayor circulación laminar (TWI), y áreas de la cuenca en donde se puede concentrar el flujo superficial (SPI).

Mediante la aplicación del método AHP se pudo 1) identificar efectivamente zonas de cárcavas activas en las zonas de piedemonte y, 2) mapear aquellas zonas donde hay una alta peligrosidad de formación de cárcavas. Estas formas erosivas pueden iniciarse en sectores donde el valor de SPI es mayor, las zonas de captación con bajos o moderados valores de TWI y la variación de la erosión hídrica llega a altos porcentajes. La creación de las mismas en la cuenca se debe principalmente a factores topográficos (pendiente y longitud de

pendiente) y al porcentaje de cobertura de suelos. Este último se puede controlar mediante la aplicación de técnicas agronómicas para el manejo de suelo como la cobertura de rastrojos postcosecha o la siembra directa.

Finalmente, este tipo de análisis y uso de metodologías específicas a través de aplicación de geoprocesos no solo permiten la creación de conocimientos, sino que generan un análisis integral frente a una problemática específica. Los resultados volcados en los diferentes mapas temáticos permiten identificar fácilmente el estado de la erosión hídrica de la cuenca, la pérdida de suelos y un modelo de peligrosidad de formación de cárcavas, los cuales son útiles a la hora de la elaboración de planes de ordenamiento territorial, tomar decisiones sobre la manera de controlar la erosión hídrica y a futuro la generación de políticas para ayudar al cuidado de los suelos.

pendiente) y al porcentaje de cobertura de suelos. Este último se puede controlar mediante la aplicación de técnicas agronómicas para el manejo de suelo como la cobertura de rastrojos postcosecha o la siembra directa.

6. Agradecimiento

Este trabajo fue realizado en el marco de los proyectos de investigación Geografía Física Aplicada al estudio de la interacción sociedad-naturaleza. Problemáticas ambientales a diferentes escalas témporo-espaciales (PGI – UNS 24/G092). Consecuencias ambientales de eventos hidrometeorológicos (extremos positivos) en cuencas de vertientes opuestas del cordón Sierra de la Ventana (PIP - CONICET 11220210100358CO)

7. Referencias citadas

ÁNGELES, G.; Mc COUBREY, G. y F. BARRAGÁN. 2011. Evaluación de la aptitud del medio geográfico para desarrollar viñedos en un sector de las Sierras de la Ventana, Buenos Aires, Argentina. *I Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfico y IV Reunión de usuarios de Tecnologías de la Información Geográfico del NEA, Laboratorio de Tecnologías de la Información Geográfico*, Dto. de Geografía, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia, Argentina.

ALASKA SATELLITE FACILITY. *Modelo Digital de Superficie Alos Palsar*. Disponible en: <https://asf.alaska.edu/datasets/daac/alos-palsar/>. [Consulta: febrero, 2023]

- BARREDO CANO, J. I. 1996. *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la ordenación del territorio*. RaMa. Madrid, España.
- BELENGUER PLOMER, M. Á. 2016. "Detección de problemas en la localización de usos del suelo mediante SIG y AHP: el caso de Riba-Roja de Túria (Valencia)". *GeoFocus*, 18: 3-24.
- BERON DE LA PUENTE, F. 2021. *Información Geoespacial aplicada a la erosión hídrica en la cuenca del arroyo Napostá Grande*. Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina. Tesis de Grado.
- BERON DE LA PUENTE, F.; GIL, V. y M. VIALE. 2022. Realzamiento orográfico de precipitaciones en las Sierras Australes bonaerenses. *Congremet XIV*. Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <http://cenamet.org.ar/congremet/wp-content/uploads/2022/11/>.
- BERÓN DE LA PUENTE, F. y V. GIL 2021. Aplicación de TIG para la estimación del Factor C en la cuenca alta del Arroyo Napostá Grande, Buenos Aires. *V Congreso Nacional de Tecnologías de Información Geográfica y III Congreso Internacional de Tecnologías de Información Geográfica*. Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires. Argentina.
- BEVEN, K. J. & M. J. KIRKBY. 1979. "A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. Un modèle à base physique de zone d'appel variable de l'hydrologie du bassin versant". *Hydrological Sciences Bulletin*, 24: 43-69. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/02626667909491834>.
- BOCCO, G. 1991. "Gully erosion: processes and models". *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 15(4): 392-406.
- BUZAI, G. D. y E. M. GALBÁN. 2020. "El mapa social de la ciudad de Córdoba (Argentina): Construcción cuantitativa e interpretación modelística". *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, 59(1): 299-315.
- BUZAI, G.; BAXENDALE, C.; CACACE, G. y M. DZENDOLETAS. 2011. *Análisis de usos del suelo urbano y regional. Localizaciones óptimas y conflictivas estudiadas con Sistemas de Información Geográfica*. Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Luján. Buenos Aires, Argentina.
- CARA, L. 2012. *Estudio geomorfológico del sector central del Departamento de Tupungato, aplicando técnicas geomáticas. Provincia de Mendoza, Argentina*. Universidad Nacional de San Juan. Argentina. Trabajo Final de Carrera.
- CASADO, A. L. y A. M. CAMPO. 2019. "Extremos hidroclimáticos y recursos hídricos: estado de conocimiento en el suroeste bonaerense, Argentina". *Cuadernos Geográficos*, 58(1): 6-26. Disponible en: <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v58i1.6751>.
- CLIMATIC RESEARCH UNIT. 2023. *High-resolution gridded datasets*. Disponible en <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/>. [Consulta: febrero, 2023]

- CHAGAS, C.; IRURTIA, C.; THISTED, J.; SANTANATOGLIA, O. J.; MASSOBRIO, M. J.; ... y A. BUJÁN. 2004. "Movimiento horizontal y vertical de agua y partículas en un Argiudol bajo siembra directa". *Ciencia del Suelo*, 22(2): 114-119.
- CISNEROS, J.; CHOLAKY, C.; CANTERO, G.; GONZÁLEZ, J.; REYNERO, M.; DIEZ, A.; ... y A. DEGIOANNI. 2012. *Erosión hídrica. Principios y técnicas de manejo*. UniRío Editora. Río Cuarto, Argentina.
- DE LA VEGA, G.; CASTIGLION, M. G. I.; MASSOBRIO, M. J.; CHAGAS, C. I.; SANTANATOGLIA, O. J. y C. IRURTIA. 2004. "Infiltración en un Argiudol vertico bajo siembra directa en condiciones variables de cobertura humedad inicial". *Ciencia del Suelo*, 22(1): 52-55.
- ESPAÑOL MARIÑO, A. R. 2017. *Estudio de susceptibilidad por movimientos en masa en la subcuenca del arroyo Quijorna mediante evaluación multicriterio*. Universidad de Salamanca. España. Tesis de Maestría.
- GIL, V. y A. CAMPO. 2000. Cuenca del arroyo del Oro: Características hidrográficas y los efectos sobre la población. *III Jornadas de Geografía Física*, Universidad del Litoral. pp.153-159. Santa Fe, Argentina.
- HAAN, C. 1994. *Statistical Methods in Hydrology*. The Iowa State Univ. Press, Ames. USA.
- HERNÁNDEZ-ZARAGOZA, P.; VALDEZ-LAZALDE, J. R.; ALDRETE, A. y T. MARTÍNEZ-TRINIDAD. 2019. "Evaluación multicriterio y multiobjetivo para optimizar la selección de áreas para establecer plantaciones forestales". *Madera y Bosques*, 25(2).
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA). 1989. *Mapa de Suelos de la provincia de Buenos Aires*. Escala 1:500.000. Buenos Aires, Argentina.
- McCool, D. K.; BROWN, L. C. & G. R. FOSTER. 1989. "Revised slope length factor for the Universal Soil Loss Equation". *Transactions of ASAE*, 32(5): 1.571-1.576.
- MERRILL, S. D.; KRUPINSKY, J. M. & D. L. TANAKA. 2002. Soil coverage by residue in diverse crop sequences under No-till. USDA-ARS. *Annual Meeting of ASA-CSSA-SSSA*, IN, USA.
- MOORE, I. D. & G. J. BURCH. 1986. "Physical basis of the length slope factor in the Universal Soil Loss Equation". *Soil Science Society of America*, 50: 1.294-1.298.
- MOORE, I. D.; GRAYSON, R. B. & A. R. LADSON. 1991. "Digital terrain modelling: A review of hydrological, geomorphological, and biological applications". *Hydrological Processes*, 5(1): 3-30.
- MOORE, I. D.; O'LOUGHLIN, E. M. & G. J. BURCH. 1988. "A contour-based topographic model for hydrological and ecological applications". *Earth Surface Processes and Landforms*, 13(4): 305-320.
- NAJERA GONZÁLEZ, O.; BOJÓRQUEZ SERRANO, J. I.; FLORES VILCHEZ, F.; MURRAY NUÑEZ, R. M. y A. GONZÁLEZ GARCÍA SANCHO. 2016. "Riesgo de erosión hídrica y estimación de pérdida de suelo en paisajes geomorfológicos volcánicos en México". *Cultivos Tropicales*, 37(2): 45-55.

- RENARD, K. G.; FOSTER, G. R.; WEESIES, G. A.; McCOOL, D. K. & D. C. YODER. 1997. *Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. Agricultural Handbook N°. 703. U.S. Department of Agriculture. Washington D.C. USA.
- SAATY, T. 1980. "How to make a decision: The analytic hierarchy process". *European Journal of Operational Research*, 84(1): 9-26.
- SANTOS PRECIADO, J. M. 2004. *Sistemas de información geográfica*. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Madrid, España.
- SIDLE, R. C.; TAYLOR, D.; LU, X. X.; ADGER, W. N.; LOWE, D. J.; de LANGE, W. P.; ... & J. R. DODSON. 2004. "Interactions of natural hazards and society in Austral-Asia: evidence in past and recent records". *Quaternary International*, 118-119: 181-203. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(03\)00137-X](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(03)00137-X).
- STRAHLER, A. N. 1964. *Geografía Física*. Omega. Barcelona, España.
- STRUNK, H. 2005. "Soil degradation and overland flow as causes of gully erosion on mountain pastures and in forests". *Catena*, 50: 185-198.
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). *Earth Explorer*. Disponible en: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. [Consulta: febrero, 2023].
- VARIS, O. & P. VAKKILAINEN. 2001. "China's 8 challenges to water resources management in the first quarter of the 21st Century". *Geomorphology*, 41(2-3): 93-104.
- WISCHMEIER, W. H. & D.D. SMITH. 1978. *Predicting rainfall losses: A guide to conservation planning*. Agricultural Handbook (537). USDA. Washington D.C. USA.
- WOO, M. & S. LUK. 1990. "Vegetation effects on soil and water losses on weathered granitic hillslopes, south China". *Physical Geography*, 11(3): 1-16.

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Bahía Blanca, Argentina; mayo 2023

Contribuições do aerolevanteamento de precisão no diagnóstico territorial de zonas

de comunidades tradicionais Caiçaras

Contribuciones del levantamiento aéreo de precisión en el diagnóstico territorial
de comunidades tradicionales Caiçaras

Precision aerial survey contributions in the territorial diagnostic
of traditional Caiçaras communities

Laura Beatriz Krama, Carlos Augusto Wroblewski e Marcelo Ng Wei Ban Hung

Universidade Federal do Paraná

Curitiba, Paraná, Brasil

laura.krama@ufpr.br; carloswroblewski@ufpr.br; marcelo.hung@ufpr.br

Krama: <https://orcid.org/0000-0002-0301-5537>

Wroblewski: <https://orcid.org/0000-0001-6643-6462>

Resumo

O aerolevanteamento é uma técnica de mapeamento capaz de resultar diversos produtos, principalmente estando associado a técnicas de topografia. Assim, foi escolhida para realizar o diagnóstico territorial de comunidades caiçaras do litoral norte paranaense. Todavia, devido ao aerolevanteamento ser efetivado em comunidades tradicionais e em região litorânea, surge uma série de especificidades a serem analisadas para se garantir a qualidade dos produtos cartográficos. Com isso, o presente trabalho teve como objetivo explicar como o aerolevanteamento pode contribuir no diagnóstico de cada comunidade, as etapas necessárias para aplicar essa técnica na área de estudo, como foram resolvidas as especificidades do território tradicional e litorâneo. Assim, chegou-se à conclusão de que o aerolevanteamento se apresentou como ferramenta com alta capacidade de contribuir no diagnóstico do território, todavia deve estar acompanhado de outras etapas de acompanhamento social para sua realização, bem como estar associado aos instrumentos jurídicos para ser eficiente na regularização territorial.

PALAVRAS-CHAVE: aerolevanteamento; comunidade tradicional; diagnóstico territorial; regularização fundiária;

Resumen

El levantamiento aéreo es una técnica que puede generar varios productos, principalmente asociados a técnicas topográficas. Se eligió para efectuar el diagnóstico territorial de las comunidades caiçaras de la costa norte de Paraná. Sin embargo, debido a que el levantamiento aéreo se realizó en comunidades tradicionales y en la región costera, existen una serie de especificidades que deben analizarse para garantizar la calidad de los productos cartográficos. Por esto, el presente trabajo tuvo como objetivo explicar cómo el levantamiento aéreo puede contribuir al diagnóstico de cada comunidad, los pasos necesarios para aplicar esta técnica en el área de estudio, cómo se resolvieron las especificidades del territorio tradicional y costero. Se concluyó que el levantamiento aéreo es una herramienta con alta capacidad para contribuir con el diagnóstico del territorio, pero acompañado de otras etapas de monitoreo social para su realización, así como estar asociado a instrumentos jurídicos para ser eficiente en la regularización territorial.

PALABRAS CLAVE: levantamiento aéreo; comunidad tradicional; diagnóstico territorial; regularización de tierras.

Abstract

Precision aerial surveying is a high-accuracy mapping technique capable of resulting in several products, mainly associated with topography techniques. Thus, it was the technique chosen to carry out the diagnosis of the current territory of traditional communities on the North Coast of Paraná, with a view to regularizing their lands and guaranteeing their rights. However, due to the aerial survey being carried out in traditional communities and in the coastal region, a series of specificities arise to be analyzed in order to guarantee the quality of the cartographic products. With this, the present work aims to explain how the aerial survey can contribute to the diagnosis of each community, the necessary steps to apply this technique in the study area, how the specificities of the traditional and coastal territory were resolved. Thus, it was concluded that the aerial survey was presented as a tool with a high capacity to contribute to the diagnosis of the territory, however, it must be accompanied by other stages of social monitoring for its implementation, as well as being associated with legal instruments to be efficient in the territorial regularization.

KEYWORDS: aerial surveying; traditional communities; territorial diagnosis; land regularization

Os povos caiçaras se encontram tradicionalmente no litoral sul e sudeste brasileiro, região densamente povoada, e com grande apelo turístico, além de ser considerada zona de expansão imobiliária para veraneio. Assim, seu modo de vida se encontra ameaçado, com interferência na continuidade de sua cultura e de suas relações tradicionais (Rochadelli *et al.*, 2013). O direito dos povos caiçaras ainda não está claro nem mesmo na Constituição Federal do Brasil, que a partir do Art. 68 e 231, garante apenas a manutenção da cultura e reconhecimento do direito aos seus territórios de duas comunidades de povos originários: indígenas e quilombolas (Brasil, 1988). Entretanto, destaca-se que há abertura para uma interpretação de tais documentos de modo que seja possível garantir a continuidade de suas tradições em suas áreas específicas, reconhecendo sua territorialidade.

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC, 2000), instituído pela Lei nº 9.885 de 18 de julho de 2000, estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação (UCs). Dentre os objetivos deste sistema, ressalta-se a importância de *"proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente"* (art. 4). Neste contexto, encontra-se o Parque Nacional do Superagui (PNS). Criado em 1989, o parque teve sua área ampliada em 1997 e estende-se atualmente por 33.860 hectares no município de Guaraqueçaba, estado do Paraná, englobando a ilha das Peças, a ilha do Superagui e um trecho do continente. A área do parque abrange o território de 7 comunidades onde vivem historicamente povos tradicionais caiçara e afeta também 9 comunidades próximas ao limite do parque. Portanto, cabe à gestão da UC o estudo fundiário da região.

Diante desse contexto, pesquisas indicam que a ocupação caiçara nessa região data de 1770 (Lopes, 2009). Contudo, mesmo que estejam vivendo há gerações no território, pescadores

artesanais e populações caiçaras ainda não possuem suas moradias e espaços de usos coletivos regularizados, tendo em vista que a grande maioria ocupa terrenos que pertencem a União e são de responsabilidade da Superintendência do Patrimônio da União (SPU). Portanto, a regularização fundiária se mostra como uma importante ferramenta, sendo capaz de garantir o direito das famílias de permanecerem no território com segurança jurídica.

Deste modo, o aerolevanteamento de precisão surge como uma importante ferramenta na produção de diagnósticos do atual território das comunidades, aliado a aplicação da cartografia social, sendo essa um importante instrumento de autorreconhecimento do modo de vida e cultura caiçara, bem como de seu território (Duarte, 2018).

Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi demonstrar como o aerolevanteamento de precisão foi capaz de contribuir na elaboração de diagnósticos territoriais em comunidades tradicionais e explicar qual sua importância no processo de regularização fundiária, bem como demonstrar suas aptidões e limitações nesse processo.

2. Materiais e métodos

Os aerolevanteamentos nas comunidades passaram por uma série de etapas, sejam elas de caráter técnico ou social. Parte dessas etapas foi o Protocolo de Consulta, elaborado pelo Movimento dos Pescadores e Pescadoras Artesanais (MOPEAR, 2008), o qual solicita que seja realizada a consulta livre, prévia e informada em cada comunidade abrangidas pelo projeto, e que está vinculado os aerolevanteamentos (FIGURA 1). Isso em consonância com o previsto pela Organização Internacional do Trabalho (OIT) sobre Povos Indígenas e Tribais através da Convenção N° 169, que reconhece, junto com os povos indígenas, outros grupos cujas condições sociais, econômicas e culturais os distinguem de outros setores da coletividade nacional, arrolando para todos os direitos específicos (OIT, 1989).

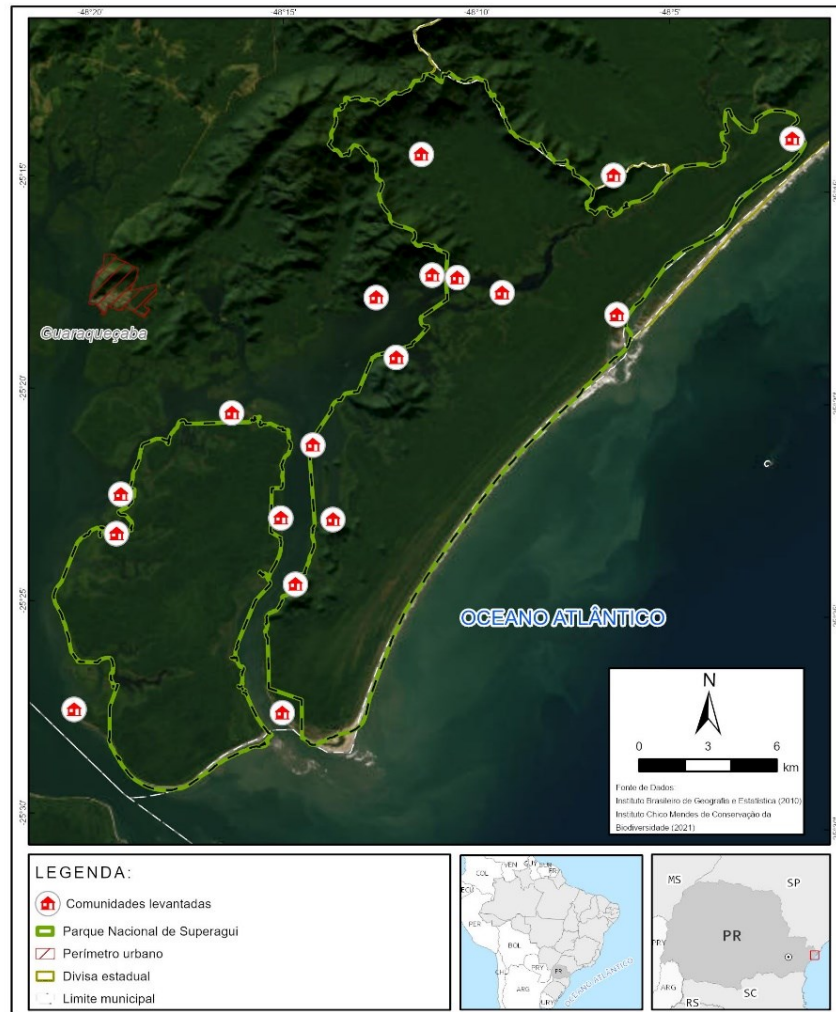


FIGURA 1. Comunidades abrangidas pelo projeto. Fonte: os autores (2023)

Além disso, a metodologia também considerou o território pela visão e entendimento dos próprios tradicionais, através da participação social das comunidades e dos movimentos sociais, tais como o MOPEAR.

Portanto, foi necessário apresentar e explicar os objetivos do aerolevanteamento a ser realizado, via assembleia comunitária prevista no Protocolo de Consulta e somente após a autorização das comunidades, o aerolevanteamento foi autorizado.

Com as negociações do Protocolo também foi definido que as áreas a serem imageadas compreenderiam as linhas das edificações de cada comunidade, não considerando toda a área definida pela comunidade como sendo seu território por direito definido através de processos de autodemarcação realizados pela própria comunidade (Duarte, 2018). Tal decisão metodológica se baseou na autonomia do voo da

Aeronave Remotamente Pilotada (RPA), popularmente conhecida como Drone, o qual não comportaria tal extensão, considerando a duração das baterias e a alta densidade de vegetação, sendo indicada a utilização de imagens de satélite de alta resolução para se ter uma visão geral de todo território, pois as áreas de uso são bastante extensas e diversas entre si.

Após aprovado, em escritório foram definidas as áreas a serem imageadas, para então criar seus respectivos planos de voo e, sequencialmente, foram solicitados os voos junto a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) através do SARPAS, sistema desenvolvido pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) para solicitação de acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro por Aeronaves Não Tripuladas (UA), cumprindo os requisitos estabelecidos pelo Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial

nº 94/2017 (RBAC-E nº 94/2017) pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).

As áreas sobrevoadas foram definidas com base em imagens de satélite através do software *Google Earth*, considerando o relevo e a localização das moradias. Os planos de voos foram elaborados no aplicativo *DJI Pilot*, ajustando parâmetros como a área de sobreposição das imagens, a margem de voo, a velocidade e altura da aeronave, entre outros parâmetros importantes de acordo com a RPA utilizada para garantir uma boa resolução no produto final.

Aliado a parte de planejamento em escritório, em campo, antes de iniciar os levantamentos, foi realizada uma atividade de cartografia social, denominada Mapa Falado. Nele, os habitantes das comunidades com base em uma imagem de satélite do software *Google Earth*, desenharam a sua respectiva comunidade, ilustrando as edificações e relacionando com cada morador.

Depois, sob a presença de um membro da comunidade que acompanha os levantamentos, foi realizado o reconhecimento de cada comunidade, para se definir os locais de *home point* da RPA e onde foram instalados os pontos

de controle para rastreamento, cujas coordenadas foram obtidas via *Real-Time Kinematic* (RTK).

Assim, em campo, para cada ponto de controle, foi feita uma varredura da posição usando RTK, que funciona por meio de um par de receptores GNSS com rádio interno ou rádio externo, que formam um *link* e se conectam em campo. O receptor base, que fica estático (parado) em uma coordenada conhecida, envia correção do posicionamento via rádio para o receptor móvel (ou *rover*) que normalmente é instalado em um bastão e obtém a fixação da ambiguidade após uma série de algoritmos e cálculos, baseados no princípio da triangulação/trilateração.

Para a correlação entre os pontos de controle obtidos em campo (FIGURA 2) e o imageamento, foram instalados alvos quadrados preto-branco facilmente reconhecíveis nas imagens obtidas pelo levantamento aéreo, os quais possuem a função de aumentar a precisão no georreferenciamento da imagem no momento do processamento pós-voo (Zanetti, 2017). Os voos foram realizados com RPA do modelo *DJI Mavic 2 Pro* e *DJI Phantom 4*, depois a instalação de, no mínimo, três pontos de controle distribuídos pela área de cada comunidade, conforme a sua extensão.



FIGURA 2. RPA DJI Mavic 2 Pro e receptor GNSS sob ponto de controle

Após cerca de duas horas, a depender do sinal de satélites que pode variar por fatores como a presença de vegetação fechada e morraria, o ponto de controle tem as suas coordenadas

perfeitamente fixadas, conferindo precisão centimétrica ao mapeamento e permitindo que o ortomosaico gerado fique perfeitamente

posicionado no espaço, sendo possível o cálculo das distâncias e áreas com total precisão.

Realizado o levantamento, os dados foram processados e gerados os ortomosaicos refinados pelos pontos de controle. Em seguida, o ortomosaico foi apresentado e validado pela comunidade, conforme acordado em assembleia do Protocolo de Consulta. Com a aprovação, os ortomosaicos passam a compor outras etapas, como a vetorização das edificações.

3. Resultados e discussão

Ao todo, foram realizados 30 voos em 12 comunidades, utilizando a altura de 100 m ou 120

m em voos de locais de vegetação fechada e morraria. No decorrer dos levantamentos, percebeu-se que o aerolevanteamento de precisão demonstrou ser uma valiosa ferramenta no diagnóstico do território atual das comunidades, principalmente considerando o nível de detalhamento obtido nos ortomosaicos (FIGURA 3), bem como permite aos moradores terem uma outra visão acerca do seu território de vida.



FIGURA 3. Exemplo de qualidade e detalhamento dos ortomosaicos e identificação de ponto de controle

A precisão dos levantamentos pode ser percebida a partir do valor do *Ground Sample Distance* (GSD) de cada ortomosaico. Esse valor refere-se a distância de cada pixel da imagem do terreno. Os ortomosaicos da maioria das comunidades obtiveram 2,74 cm/pixel e em outras 3,29 cm/pixel, resultando numa média de GSD de 2,87 cm/pixel. Também se verificou que os valores de erro quadrático médio foram nulos na maioria dos levantamentos, resultando numa média de 0,002 m para um conjunto de 12 comunidades.

Apesar disso, o aerolevanteamento apresenta desafios em algumas situações, tal como o alto custo que as expedições de campo demandam, sendo contrabalançado por possuir um custo operacional relativamente baixo se comparado ao custo de aquisição de imagens orbitais que atendam às especificações de resolução e escala. Outro desafio é a alta dependência às condições climáticas e geográficas da região, especialmente ao se considerar que as comunidades caiçaras vivem na porção litorânea, sendo no litoral

paranaense, marcada por constantes episódios de pluviosidade intensa e fortes rajadas de ventos.

Além disso, a alta incidência solar sob o mar pode prejudicar o processamento das imagens obtidas, dificultando a calibração das imagens próximas aos espelhos d'água. Em área de vegetação densa ou voos realizados com presença de ventanias, foi necessário configurar uma margem de sobreposição maior e reduzir a velocidade de voo, a fim de melhorar o processamento das imagens.

Com isso, os ortomosaicos apresentaram um papel fundamental como base para a vetorização das edificações das comunidades, a qual é a principal necessidade ao se tratar de regularização fundiária, junto ao levantamento socioeconômico no diagnóstico territorial das comunidades tradicionais, sendo que esses demonstram a ocupação e transformação do espaço vivido. Não obstante, o ortomosaico conversa com o entendimento tradicional do território visto de maneira coletiva e não individual como é entendido pelas políticas de regularização fundiária, propondo uma regularização coletiva

para a comunidade e assegurando o território aos tradicionais.

Destaca-se também a extrema importância da realização do Mapa Falado junto ao aerolevante, pois nela é validada a extensão da comunidade (pré-definida no planejamento de voo) e também a existência de edificações isoladas à comunidade, que caso identificadas, a localidade dessas edificações é adicionada ao plano de voo.

4. Considerações finais

Percebe-se que a principal contribuição do aerolevante surge no diagnóstico territorial, fator de extrema relevância no processo de regularização territorial. Além disso, possibilita a análise das dinâmicas territoriais vigentes nas comunidades.

Salienta-se que os produtos do aerolevante apesar de manterem papel extremamente relevante no diagnóstico territorial, não são capazes de assegurar, por si só, os direitos do território, sendo necessários articulação em diferentes esferas políticas e sociais para se atingir esse objetivo.

5. Nota

Uma versão deste trabalho foi apresentada no VII Workshop da Rede Ibero-americana de Observação Territorial (RIDOT), realizado nos dias 27 a 29 de março de 2023, em Curitiba, Brasil, no eixo temático 3: *Ferramentas e sistemas de apoio para a tomada de decisão, gestão e ordenamento territorial*.

6. Referências citadas

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC) - SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (RPAS). 2015. [Consulta: outubro, 2017].
- BRASIL. 1988. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado Federal. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88>. [Consulta: dezembro, 2022].
- DUARTE, L. A. 2008. *Resistir e retomar, nossa terra e nosso mar: os comuns como planejamento e gestão territoriais subversivos em Guaraqueçaba - PR*. Universidade Federal do Paraná. Teses de Doutorado em Geografia.
- LOPES, J. 2009. *Superaqui Informações Históricas*. Instituto Memória Editora e Projetos Culturais. Curitiba, Brasil.
- MOVIMENTO DOS PESCADORES ARTESANAIS DO LITORAL DO PARANA (MOPEAR). 2008. Disponível em: <https://www.fundobrasil.org.br/projeto/movimento-dos-pescadores-artesanais-do-litoral-do-parana-mopear-pr/>.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO (OIT). 1989. *Convenção n. 169 sobre povos indígenas e tribais e resolução referente à ação da OIT*. Brasília, Brasil.

ROCHADELLI, R.; SILVA, I.; KASSEBOEHMER, A.; SCHNEIDER, A. e R. T. HOSOKAWA. 2013. "Restrições e impactos da legislação ambiental no município de Guaraqueçaba, PR". *Floresta*, 43(3): 495-502. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v43i3.25034>. [Consulta: dezembro, 2022].

SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA (SNUC). 2000. A lei N° 9.985, de 18 de julho de 2000, regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o SNUC. Brasília, Brasil.

ZANETTI, J.; JUNIOR, J. G. e A. de P. DOS SANTOS. 2017 "Influência do número e distribuição de pontos de controle em ortofotos geradas a partir de um levantamento por VANT". *Revista Brasileira de Cartografia*, 69(2). Disponível em: DOI: 10.14393/rbcv69n2-44016. [Consulta: julho, 2023].

Local e data de finalização do artigo:
março, 2023; Curitiba, Brasil

Violencia autoinfligida en el ámbito

rural del estado Mérida, Venezuela

Violência auto-infligida em áreas rurais do estado Mérida, Venezuela

Self-inflicted violence in rural areas of Merida State, Venezuela

Gustavo A. Páez S. y Yhimaina J. Trejo U.

Universidad de Los Andes

Escuela de Geografía

Mérida, Venezuela

gustavogeo61@gmail.com; johanayhi@gmail.com

Páez: <https://orcid.org/0000-0001-7882-6433>

Trejo: <https://orcid.org/0000-0001-5752-3492>

Resumen

Este artículo está dedicado a mostrar el comportamiento de la violencia autoinfligida en municipios rurales del estado Mérida, Venezuela. Para ello, se aplicó la técnica de la encuesta por muestreo a un conjunto de informantes clave residentes de estos municipios y conocedores de casos de violencia autoinfligida, así como a otro agregado de individuos oriundos de estas zonas rurales, con la intención de explorar su percepción sobre el problema. Los resultados indican que este tipo de violencia aumentó entre 2010-2022, los hombres adultos, jóvenes y adolescentes son las principales víctimas, ocupados en la agricultura o cursando estudios, mientras que los factores de riesgo identificados más acentuados son los problemas sentimentales, trastornos mentales (depresión/ansiedad) y el uso de agroquímicos como método suicida. Desde una perspectiva espacial, la zona del Páramo es la más compleja y con mayor incidencia y variabilidad de factores de riesgo.

PALABRAS CLAVE: violencia autoinfligida; rural; factores de riesgo.

Resumo

Este artigo é dedicado a mostrar o comportamento da violência autoprovocada em municípios rurais do estado de Mérida, Venezuela. Para isso, a técnica de pesquisa por amostragem foi aplicada a um conjunto de informantes-chave que são residentes desses municípios e têm conhecimento de casos de violência autoprovocada, bem como a outro agregado de indivíduos dessas áreas rurais, com a intenção de explorar sua percepção do problema. Os resultados indicam que esse tipo de violência aumentou entre 2010 e 2022, homens adultos, jovens e adolescentes são as principais vítimas, empregados na agricultura ou estudando, enquanto os fatores de risco mais acentuados identificados são problemas sentimentais, transtornos mentais (depressão/ansiedade) e o uso de agrotóxicos como método suicida. Em uma perspectiva espacial, a área do Páramo é a mais complexa e tem a maior incidência e variabilidade de fatores de risco.

PALAVRAS-CHAVE: violência autoprovocada; rural; fatores de risco.

Abstract

This article is dedicated to showing the behavior of self-inflicted violence in rural municipalities of the state of Mérida, Venezuela. For this, the sample survey technique was applied to a group of key informants residing in these municipalities and aware of cases of self-inflicted violence, as well as to another group of individuals from these rural areas, with the intention of exploring their perception about the problem. The results indicate that this type of violence increased between 2010-2022, adult, young and adolescent men are the main victims, employed in agriculture or studying, while the most pronounced risk factors identified are sentimental problems, mental disorders (depression/anxiety) and the use of agrochemicals as a suicidal method. From a spatial perspective, the Páramo area is the most complex and with the highest incidence and variability of risk factors.

KEYWORDS: self-inflicted violence; rural; risk factors.

1. Introducción

El estado Mérida es una de las 23 entidades federales que conforman la división político-territorial de Venezuela. Ubicado en la región de Los Andes, hacia el occidente del país, es escenario de mágicas bellezas naturales y de características biofísicas que durante décadas impulsaron el desarrollo de actividades económicas como el turismo y la agricultura, y estas, aunadas al servicio educativo ofrecido por la presencia de la Universidad de Los Andes (ULA), se constituyeron a lo largo de la mitad del siglo XX y parte del XXI en las actividades pujantes que estructuraron la base económica de la entidad. A pesar de ello, esa realidad mutó significativamente con la aparición progresiva -desde 2014- de la emergencia humanitaria compleja (CIVILIS, 2017) que se instaló en Mérida y en toda Venezuela hasta el presente (2023), (UCAB, 2022; HumVenezuela, 2022).

Desafortunadamente, no sólo aquellas actividades económicas describen y distinguen a este estado andino en el contexto venezolano, sino que otra realidad, para nada positiva y alentadora, lo ha conducido a sobresalir durante decenios por encima de las otras entidades. Nos referimos en este particular a la violencia autoinfligida.

Estudios recientes revelan que Mérida en efecto cuenta con una singularidad cuando se trata de

violencia autoinfligida (Crespo, 2019; Páez *et al.*, 2021, 2021a; OVV, 2023), que se refiere al "*uso intencional de la fuerza o el poder físico, de hecho o como amenaza, contra uno mismo*" (Sociedad Argentina de Pediatría / UNICEF / Ministerio de Salud Argentina, 2021: 24) y comprende la conducta suicida y las autolesiones. En el primer caso se incluyen pensamientos suicidas, intentos de suicidio y el suicidio, mientras que el segundo término abarca son los actos de automutilación (OPS-OMS, 2003).

Más en detalle, dentro de aquella particularidad regional existen diferenciaciones entre los municipios que conforman la entidad. Es así como se ha manifestado que el ámbito rural merideño, en comparación con las zonas urbanas, resalta como principal epicentro de violencia autoinfligida en Mérida (Páez, *et al.*, 2021a; OVV Mérida, 2022, 2022a) y en ese sentido, este escrito pretende dar a conocer los resultados de un estudio de corte cuantitativo referente al comportamiento de este tipo de violencia en municipios rurales del estado Mérida. Para ello, se aplicó la técnica de la encuesta por muestreo a un conjunto de informantes clave residentes de estos municipios y conocedores de casos de violencia autoinfligida, así como a otro agregado de individuos oriundos de estas zonas rurales, con la intención de explorar su percepción sobre el problema.

2. Materiales y métodos

2.1 Etapa I. Delimitación del área de estudio

El estado Mérida está conformado por 23 municipios (FIGURA 1); no obstante, la investigación se enfocó en abordar la violencia autoinfligida en 17 municipios rurales de la entidad. Es por ello que resulta preciso aclarar los criterios adoptados en la selección de los municipios estudiados, puesto que existen diversos razonamientos para definir y diferenciar áreas urbanas de las rurales. Por ejemplo, el Instituto Nacional de Estadística (INE), en Venezuela, utiliza el criterio estadístico para hacer esa diferenciación. Este se basa en establecer un número específico de habitantes a partir del cual se define a un centro poblado como urbano (2.500 o más habitantes) o rural (menos de 2.500

habitantes), esto en función del tamaño de su población; ese límite varía entre países y, en esta estudio, se considera un criterio muy vago para establecer la mencionada distinción entre municipios. Lo cierto es que bajo ese criterio la mayor parte de los municipios del estado Mérida (16 en total) caen dentro de la categoría de urbanos (INE, 2011), aun cuando muchos en realidad poseen características rurales.

En la práctica, se tiene conocimiento que existen otros razonamientos que conducen a una diferenciación más adecuada y funcional, que van más allá de considerar sólo el tamaño de la población. Por eso, para efectos de esta investigación se tomaron en cuenta tres criterios: económico, funcional y sociológico.

Según Faiguenbaum (2011), el criterio económico se basa en considerar los tipos de actividades económicas predominantes. En ese sentido, se definen las áreas rurales como aquellos espacios que carecen del desarrollo de actividades productivas del sector secundario y terciario; es decir, áreas donde predominan las formas de producción agrícola o primaria. El mismo autor señala que el criterio funcional se cimienta en

identificar el tipo de funciones que se realizan, caracterizando como rural aquellas áreas o espacios que no cumplen con cierto tipo de funciones y que son típicas de áreas urbanas como: trazado de calles, avenidas y manzanas, equipamiento básico, infraestructura de tipo urbano (edificios, centros comerciales, etc.), servicios públicos especializados, entre otros.

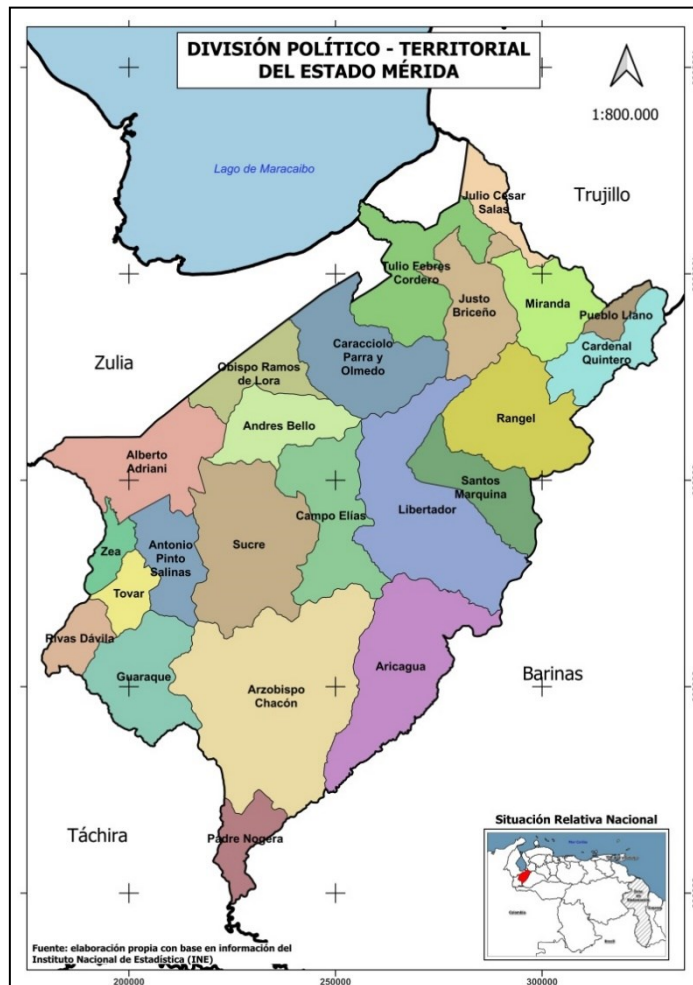


FIGURA 1. División político-territorial del estado Mérida

El criterio sociológico consiste en diferenciar las áreas rurales de las urbanas por el tipo de relaciones sociales primarias y secundarias que se establecen entre las personas. Generalmente, en el ámbito

urbano existe un predominio de relaciones secundarias e impersonales, mientras que, en el rural, sucede todo lo contrario, predominan las relaciones de tipo primarias (Capel, s.f). Las

primarias suelen ser de carácter íntimo (lazos afectivos y familiares estrechos, donde domina además del parentesco la hermandad, solidaridad y la endogamia), y para que se establezcan requieren más tiempo y contacto con las personas, lo que genera lazos más estrechos de filiación. Las secundarias son más superficiales, y tienden a establecerse por las funciones o roles que las personas desempeñan en su vida cotidiana (Tapia y López, 2015).

Al establecer el cruce de los criterios considerados y recurrir al conocimiento previo que se tiene de los municipios y a la descripción planteada por Méndez (2011), se identificaron 17 áreas rurales que se corresponden con los municipios: Andrés Bello, Antonio Pinto Salinas, Aricagua, Arzobispo Chacón, Caracciolo Parra y Olmedo, Cardenal Quintero, Guaraque, Julio César Salas, Justo Briceño, Miranda, Obispo Ramos de Lora, Padre Noguera, Pueblo Llano, Rangel, Rivas Dávila, Tulio Febres Cordero y Zea.

2.2 Etapa II. Identificación de variables e indicadores

Dentro de las variables dependientes se consideraron las dos formas más representativas de violencia autoinfligida: 1) los suicidios, debido a que representan la mayor expresión de este tipo de violencia; y 2) los intentos de suicidio, que aunque no necesariamente conllevan a la muerte de la persona, constituyen entre los más importantes factores de riesgo suicida. En cuanto a las variables independientes y de las cuales, en parte, depende el comportamiento de las dos anteriores, se consideraron: el género, la edad, la ocupación, el tiempo (años), municipio de ocurrencia y factores de riesgo. Luego, con base en las variables seleccionadas, se establecieron los indicadores necesarios para su medición: i) número total de casos y su porcentaje diferenciado (intentos y suicidios); ii) porcentaje de casos ocurridos según intervalos de años, género, edad y ocupación; y iii) proporción porcentual de los factores de riesgo identificados asociados a conductas suicidas.

2.3 Etapa III. Diseño y aplicación de la encuesta por muestreo

2.3.1 Selección del tipo de muestreo

Se decidió aplicar un muestreo no probabilístico puesto que se desconocía la probabilidad *a priori* que tenían los individuos de la población de formar parte de la muestra a seleccionar (Arias y Peñaloza, 2013). Esto debido a la ausencia de cifras oficiales públicas actualizadas que permitiesen conocer la población total afectada por violencia autoinfligida. Dentro de esta clase de muestro se recurrió al intencional, procedimiento utilizado con frecuencia en estudios sociales. Este se apoya en el conocimiento y dominio del investigador sobre el tema estudiado para seleccionar intencionalmente la muestra, procurando que esta sea representativa. También en ocasiones se utilizó el muestreo no probabilístico bola de nieve, que consiste en encontrar individuos que formen parte de la población en estudio y que puedan referir a otros individuos, y estos, a su vez, a otros más de manera sucesiva. Suele emplearse cuando la población objetivo es difícil de ubicar y la unidad de análisis resulta ser muy escasa (Arias y Peñaloza, 2013), características típicas del tema estudiado, además de ser sensible, delicado y muy estigmatizado por la población.

2.3.2 Criterios de selección de la muestra

Los criterios empleados para la selección de la muestra en los casos de intento y de suicidios fueron los siguientes: i) personas de 25 años y más conocedoras de casos, que fuesen familiares o conocidos de los individuos que atentaron contra su vida; ii) en lo concerniente a la percepción, de igual modo se encuestaron personas de 25 años y más que para el momento de la encuesta residían en municipios rurales o vivieron buena parte de su vida en alguno de los municipios estudiados; iii) un criterio general adoptado para los casos identificados fue que el suceso tenía que haber acontecido en alguno o algunos de los municipios rurales en estudio.

2.3.3 Diseño y validación del cuestionario

En el diseño del cuestionario (instrumento) se consideraron un total de siete preguntas, unas de selección simple y otras de selección múltiple, con las que se indagaron diferentes características de la violencia autoinfligida (tipo de suceso: intento o suicidio; género de la persona, edad, año y

municipio de ocurrencia del hecho, ocupación y factores de riesgo asociados al hecho). Las interrogantes fueron sometidas a un proceso de validación por una psicóloga y una psiquiatra, para derivar luego una versión final del instrumento que se ajustara a la naturaleza de la investigación y a lo sensible y tabú del tema abordado.

2.3.4 Digitalización del cuestionario

El cuestionario se digitalizó en *Google forms* para facilitar la aplicación de la encuesta y el procesamiento de los datos. Esta es una aplicación de *Google* que tiene múltiples usos y entre ellos se encuentra la creación de cuestionarios para la aplicación de encuestas. Posee la ventaja de mostrar automáticamente los resultados en la medida que se llena la encuesta y de manera simultánea va generando gráficos para el posterior análisis de la información.

2.3.5 Aplicación de la encuesta y generación de resultados

La encuesta se aplicó entre octubre de 2022 y febrero de 2023. Se procedió de dos maneras: la primera consistió en distribuir el cuestionario -enlace *web* generado por *Google forms*- vía correo electrónico o vía *WhatsApp* a un conjunto de informantes clave de los que se tenía conocimiento, en unos casos, que habían vivido hechos de violencia autoinfligida directamente con familiares, y otros que conocían de primera mano hechos de

este tipo en sus comunidades. La segunda consistió en aplicar personalmente la encuesta por los investigadores en formato impreso, en aquellos casos donde los informantes clave -por diferentes razones- no lograron llenar la misma por aquellas dos vías. Después se realizó el procesamiento de los datos con *Google forms* y el programa Excel para obtener los indicadores de interés y en lo sucesivo proceder al análisis de los resultados.

3. Resultados y análisis

En el proceso de recolección de información se lograron documentar 80 casos de violencia autoinfligida (60% fueron suicidios y 40% intentos) y se levantaron 16 encuestas de percepción. A continuación, se describen y analizan los resultados obtenidos:

3.1 Comportamiento temporal: una tendencia creciente

En relación al comportamiento temporal de los casos documentados, se aprecia un claro incremento en el número de hechos de violencia autoinfligida en la medida que nos acercamos al trienio 2020-2022, tal como se observa en la FIGURA 2. Este resultado es congruente con los derivados de estudios donde se abordó el tema en cuestión tanto en Mérida como en toda Venezuela (Crespo, 2019; Páez *et al.*, 2021, 2021a; OVV Mérida, 2022; OVV, 2023).

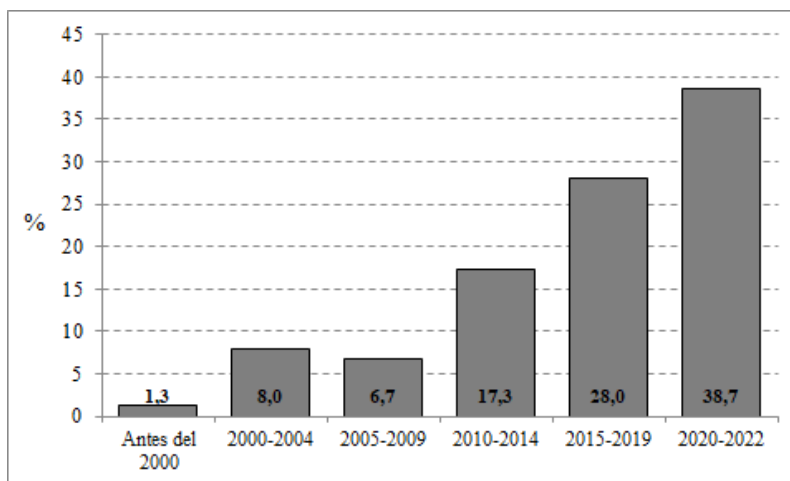


FIGURA 2. Comportamiento temporal de los casos de violencia autoinfligida, estado Mérida

No sólo resalta el hecho del progresivo aumento de los casos con el pasar del tiempo, sino que el trienio 2020-2022 apenas agrupa 3 años, mientras que los otros intervalos agrupan 5, a excepción del primero que es abierto en retrospectiva de años. Esto significa que la violencia autoinfligida fue más frecuente por unidad de tiempo (p. ej. un año) en ese lapso en comparación con las otras agrupaciones quinquenales.

Todo parece indicar que el surgimiento, aproximadamente desde el 2014, y posterior agravamiento de la emergencia humanitaria compleja, la cual ha sido y sigue siendo estudiada hasta el presente (Freitez, 2018; UCAB, 2022; HumVenezuela, 2022, solo por citar algunos trabajos), ha tenido mucho que ver con ese aumento de la violencia autoinfligida en Mérida, y también en Venezuela en general. Nuestra hipótesis explicativa se fundamenta en que por la entidad y el país se extendieron diferentes impactos negativos de la crisis que, combinados con distintos factores de riesgo asociados a este tipo de violencia (individuales, familiares y sociales), llevaron a accionar conductas suicidas en muchos venezolanos, donde, por supuesto, se incluyen a los merideños del medio rural.

3.2 El rostro masculino de la violencia autoinfligida

Desde el punto de vista del género, de los 80 casos, el 67,5% resultaron ser personas del masculino y 31,3% del femenino. Solo en un caso la persona respondió que no se identificaba con ninguno de los dos géneros. Como era de esperarse, los hombres presentaron la mayor cifra, puesto que, en términos generales, tanto en Mérida, en Venezuela y el mundo, la relación entre géneros dentro de la violencia autoinfligida fluctúa en 75% - 25 % y 80% - 20% hombres versus mujeres, respectivamente. Es decir, se suicidan más hombres que mujeres y las tasas de ellos resultan ser 3, 4 y hasta 5 veces superiores a las de ellas (OPS-OMS, 2014; Echeburúa, 2015; Naghavi, 2019), aspecto que ha sido abordado en diversas investigaciones (Värnik,

3.3 Jóvenes y adolescentes entre los más vulnerables

2012; Echeburúa, 2015; Gerstner *et al.*, 2018, por citar algunos). Una primera causa explicativa está muy relacionada con el método que utilizan las personas para suicidarse, dado que los hombres acostumbra a emplear métodos que son más agresivos y letales (ahorcarse, dispararse o lanzarse desde un lugar elevado) y por esta razón la mayoría de estos consiguen consumir más el acto suicida. Lo contrario se observa en personas del género femenino quienes suelen utilizar métodos menos letales (envenenamiento por la ingesta de diferentes tipos de sustancias o fármacos).

Echeburúa (2015) considera que los hombres tienden a ser más impulsivos, presentan una menor tolerancia al sufrimiento crónico, les resulta más difícil solicitar ayuda ante este sufrimiento y están más afectados por trastornos de tipo adictivo. Señala que la mayor tasa de suicidios en los hombres guarda relación directa con la forma como estos viven o experimentan sus dificultades personales. Los hombres suelen soportar peor la soledad y las rupturas de pareja, y no acostumbra hablar de sus problemas y esto hace que no liberen su carga de sufrimiento. A todo lo anterior se le suma que propenden a vivir con un mayor nivel de estrés y angustia dentro de su entorno laboral.

Ahora bien, más específicamente, los valores arrojados según género están por debajo de la relación porcentual acostumbrada aludida (75% - 25% y 80% - 20% hombres versus mujeres). En este punto hay que acotar que si bien los hombres consuman más el suicidio, también es cierto que las mujeres lo intentan más veces (OPS-OMS, 2014; Echeburúa, 2015). Esa es la explicación del por qué la relación porcentual hombres versus mujeres no es tan elevada como se esperaría (41% de los intentos fueron de mujeres). Es decir, si solo se hubiesen considerado muertes por suicidio, muy probablemente el porcentaje de hombres habría sido mayor, pero al considerar también los intentos, las mujeres en ese particular ejercen mayor peso y por ende los resultados muestran ese comportamiento numérico según géneros.

En las personas adultas de 30 a 64 años se registró el mayor número de casos (35%). Este resultado también era de esperarse puesto que este gran grupo poblacional es el más numeroso, por lo que

estadísticamente mientras más personas tenga un grupo etario bajo la influencia de ciertos factores de riesgo y de una realidad social dada, mayor será la probabilidad de ocurrencia de casos de violencia autoinfligida. En términos generales, en las edades adultas la sensación de fracaso personal, laboral y familiar, una recriminación social que sumerja al individuo en una profunda desesperanza, un estado de soledad, de red de apoyo social pobre, de trastornos mentales (depresión principalmente) o existencia de enfermedades crónicas incapacitantes o con mal pronóstico, entrarían como algunos de los factores de riesgo que podrían conducir a estas personas a planificar el acto suicida, llegando a usar métodos rápidos y letales (Echeburúa, 2015). La emergencia humanitaria combinada con diversos factores de riesgo de conductas suicidas podría haber concretado muchas de esas situaciones antes descritas.

Al respecto, Páez *et al.* (2021) con base en una serie de entrevistas realizadas a psicólogos y psiquiatras, plantean que las personas que están emigrando de Venezuela huyendo de la crisis -donde los merideños no son la excepción- son fundamentalmente jóvenes y adultas jóvenes, quienes apenas construyen su plan de vida y estabilidad, pero aquellos que se encuentran en la etapa de la adultez de mediana y también en la tercera edad, ya tienen su proyecto de vida establecido y son los que precisamente se están quedando en el país. En este caso, la frustración e indignación aumentan en aquellos que tenían un trabajo estable y luego lo perdieron por diferentes situaciones correlacionadas con la emergencia, o ya tenían su vivienda y luego la perdieron porque tuvieron que venderla para poder sobrevivir, o recurrieron a vender otras pertenencias para lograr alimentarse, costear gastos de salud, entre otros. Es decir, muchos/as jóvenes o personas adultas jóvenes que emigran están comenzado de cero, mientras que el adulto de mediana edad -y el mayor- no suele emigrar porque no es fácil desprenderse de la estabilidad que ha logrado aun cuando esta comience a deteriorarse.

Después de los adultos se ubican en segundo lugar los jóvenes de 18 a 24 años con 21,3%, siguiéndoles muy de cerca los adolescentes (12 a 17 años) con 20%. En conjunto, estos dos grupos

poblacionales superan a los adultos (41,3% versus 35%), siendo que estos últimos aglutinan 35 edades, entre tanto aquellos sólo agrupan 13. Esto significa que la frecuencia de la violencia autoinfligida en jóvenes y adolescentes merideños del ámbito rural es mucho mayor que la de los adultos y el resto de grupos poblacionales [niños y niñas [0-11 años; 2,5%], adultos jóvenes [25-29 años; 11,3%] y adultos mayores [65 y más; 10%]]. Los actos de violencia autoinfligida en los adolescentes y jóvenes se relacionan con: i) el consumo abusivo de alcohol/drogas; ii) un entorno social y familiar deteriorado; iii) desengaños amorosos; iv) orientación sexual no asumida; v) fracaso escolar, acoso o ciberacoso; vi) características de la personalidad como la impulsividad y baja autoestima (Echeburúa, 2015). En adición, en el caso específico de los adolescentes, Aburto *et al.* (2017) mencionan que estas conductas suicidas acostumbra atribuirse principalmente al tipo de familia donde sus integrantes forman un sistema cerrado de comunicación generando así depresión y sentimientos de no aceptación en el hijo. Exponen la existencia de estudios que confirman que los suicidios e intentos en adolescentes suelen tener antecedentes familiares precursores, destacando la presencia de padres autoritarios, comunicación negativa hacia los hijos, percepción de falta de respecto de los padres hacia los hijos, conflictos y estilo parental negligente materno, siendo estos antecedentes familiares elementos cruciales en la vulnerabilidad del desarrollo individual, emocional y conductual del adolescente.

Muchos de estos factores probablemente invaden la humanidad de jóvenes y adolescentes del ámbito rural merideño, situaciones que pudieron agravarse en algunos casos con la llegada de la pandemia por Covid-19 en marzo de 2020, la que se superpuso con la crisis imperante.

3.4 Agricultores y estudiantes: ocupaciones de mayor riesgo

Desde el ángulo de la ocupación, los agricultores muestran el valor mayor (43,8%), mientras que los estudiantes se ubican en el segundo puesto (25%). En el tercer lugar, alejadas numéricamente de aquellos dos primeros, se ubican las amas de casa

(7,5%), categorías que en conjunto suman 76,3%. Planteamos que el elevado porcentaje de violencia autoinfligida en agricultores podría encontrar en parte su explicación debido a que las actividades agrícolas y pecuarias en las que se especializan los municipios rurales tienen un componente importante de riesgo.

Estas dependen y se ven condicionadas por múltiples factores, desde naturales (clima, disponibilidad de agua, condiciones favorables en los suelos, presencia de enfermedades en los cultivos o animales de cría, entre otras) hasta sociales, económicas y político-institucionales (disponibilidad de mano de obra, economía estable, procesos inflacionarios, políticas de Estado en materia agrícola, entre otras). Por lo que un desbalance o impacto importante que sobre la actividad genere alguno o algunos de esos factores u otros, podría significar de forma coyuntural o prolongada una caída abrupta en la productividad o en las ventas de rubros o compra de insumos (incluso de pérdida total de cosechas y quiebre de la unidad de producción) y, por ende, pérdidas cuantiosas de dinero, que quizás en estos tiempos actuales de crisis, son difíciles de recuperar para los agricultores. Afectando esto empleos directos e indirectos y a innumerables economías familiares, lo que podría llevar a un número dado de estos a desesperación, frustración, a verse invadidos por pensamientos y emociones negativas, que conduzcan a algunos a padecer de trastornos depresivos o de ansiedad y, pero aun, a conductas suicidas.

Lo anterior se refuerza con lo expuesto por Klingelschmi *et al.* (2018), quienes realizaron una revisión sistemática de la literatura de diferentes partes del mundo para estudiar y comprender el suicidio entre los trabajadores agrícolas, forestales y pesqueros, donde encontraron una serie de investigaciones que abordaron la relación entre la ocupación y el suicidio. De 34 estudios revisados, hallaron que aquellas ocupaciones suelen tener un riesgo de suicidio significativamente más elevado que otras.

Entre las principales explicaciones se cuentan: i) el fácil acceso que tienen estas personas a agentes letales como los agroquímicos empleados en la agricultura, siendo este el principal método para

suicidarse; ii) el estrés laboral juega un papel importante y está altamente relacionado con el suicidio en agricultores, es así como las presiones financieras atribuibles a fluctuaciones inesperadas en el mercado, la preocupación por la política agrícola y las condiciones climáticas impredecibles que pueden afectar las cosechas, tienen fuerte influencia en conductas suicidas; y iii) el entorno laboral también lleva consigo un conjunto de riesgos potencialmente peligrosos para la salud mental de los agricultores y productores que están relacionados con el aislamiento social y la falta de apoyo social, dado que generalmente este grupo de personas viven en zonas más despobladas y con menos posibilidad de socialización, además tienen un deficiente acceso a servicios de atención médica.

Por otra parte, diversas investigaciones desarrolladas en diferentes países del mundo (Canadá, China, Costa Rica, EE.UU., España, Irán, México, Paraguay, entre otros) han logrado establecer una posible relación entre distintos trastornos mentales (por ejemplo: la depresión), la intoxicación por agroquímicos (empleados en las zonas rurales de Mérida especializadas en agricultura vegetal) y la exposición prolongada (durante años) a los mismos (Benítez, 2012; Beard *et al.*, 2014; Beseler y Stallones, 2016; solo por citar algunos), siendo las patologías mentales un factor importante en el desencadenamiento de violencia autoinfligida.

Es así como otros estudios han revelado la aparente correlación existente entre el uso de agroquímicos, la aparición frecuente de trastornos mentales, ideación suicida y la ocurrencia de suicidios (p. ej. Parrón *et al.*, 2006; Wesselin *et al.*, 2010; Freire y Koifman, 2013). Esto podría ser una realidad no diagnosticada en las áreas rurales de Mérida.

En el caso de los estudiantes (la mayoría adolescentes), tal y como se hizo alusión en un apartado anterior, estos se encuentran expuestos a un conjunto variado de factores de riesgo. No obstante, en función del cruce de la variable edad y los factores de riesgo identificados en esta investigación (punto que se abordará en el siguiente apartado), se detectó que las rupturas sentimentales generaron fuertes impactos emocionales en algunos individuos, donde la

impulsividad, rasgo característico en la adolescencia, al parecer estuvo presente en algunos casos. El *bullying* también es otro factor que se detectó en varios hechos documentados (4 en total), así como los conflictos familiares y casos de depresión, son otros dos factores descifrados en estas edades.

Además, se agregan a la lista varios casos de estudiantes jóvenes y adultos jóvenes (18 a 29 años) donde al parecer problemas con la pareja, el no poderse atender con un especialista (psicólogo o psiquiatra) y el padecimiento de algún trastorno mental, fueron los factores más comunes. También es probable -tal como se documentó en algunas situaciones- que uno de los factores que ha tenido peso en adolescentes y jóvenes, es la situación del país que ha afectado a sus hogares y familias, la cual ha desmotivado a un buen número a estudiar y realizar diferentes actividades cotidianas, por ver decaer sus condiciones de vida y la de sus familias,

3.5 Factores de riesgo asociados a conductas suicidas

Son múltiples los factores de riesgo que se descifraron en los 80 casos de violencia autoinfligida documentados los que, seguramente por diferentes razones, tienen cierta cuota de subjetividad, difícil de estimar, de parte de los informantes clave.

Los problemas sentimentales y los padecimientos de depresión y ansiedad (quizás en un número de casos como trastornos diagnosticados y en otros no), ocupan los dos primeros lugares (en suma 20,4%). En tercer lugar, resaltan los agroquímicos como sustancias disponibles (de fácil acceso) empleadas para atentar contra la vida (7,7%) y después le siguen los problemas familiares (6,2%). Luego, hay que destacar cierto número de factores que posiblemente estén conectados muchos de ellos -o quizás todos- a la crisis-país: pérdidas económicas (quiebre de negocio o finca, pérdida de trabajo), falta de empleo, el dinero no alcanza para vivir, no poder comprar alimentos, pobreza y migración de familiar o amigo. Estos últimos en conjunto suman 21,6%.

No poderse atender con un psicólogo o con un psiquiatra, más el consumo excesivo de alcohol y el

y no avizorar un futuro promisorio positivo en el país.

El resto de variedad de ocupaciones que, a pesar de mostrar valores muy inferiores a las dos primeras (agricultores y estudiantes), puede ser una muestra fehaciente de que la violencia autoinfligida involucra a personas que ejercen diferentes oficios y que probablemente la crisis imperante combinada con diversos factores de riesgo llevó a muchos a accionar conductas suicidas. Tal y como lo reveló un estudio realizado por el OVV Mérida (2022: párr. 55): *"Es un indicio casi inequívoco del impacto de la emergencia humanitaria compleja y su efecto sobre la extensión y exacerbación de diversos factores de riesgo de suicidios en un amplio espectro de la población merideña y venezolana en general"*.

diagnóstico de enfermedades graves, a pesar de que tienen menos porcentaje, figuran con un buen número de casos y deben ser tomados en cuenta (12,8% en conjunto). Y en lo subsiguiente, cuando se suman hombres machistas e introvertidos, incluso mujeres, elementos asociados a la cultura y forma de ser del merideño nato de estas zonas, la suma arroja 10,8%, un valor importante, lo que podría conectarse al manejo de las emociones y creencias. El *bullying*, a pesar de no mostrar muchos casos (4 en total; 1,6%, todos adolescentes), es una muestra de cómo una situación de acoso puede llevar a personas a conductas suicidas, y es un factor a atacar. No se requiere que se registren muchos casos para darle importancia.

Por otra parte, se aprecia una aparente falla en dos factores, que deberían ser de protección, pero si no apuntan en positivo, se convierten en 'factores de riesgo': se trata del apoyo familiar y del círculo de amigos (ambos suman 6,9%). Otro factor que hay que prestarle atención son aparentes padecimientos de trastornos mentales diferentes a depresión y ansiedad; se trata de posibles casos de esquizofrenia, bipolaridad u otros. En conjunto todos los trastornos mentales identificados en la investigación suman 13,5%.

Otro conjunto de factores que se suman a la lista con bajos porcentajes de respuesta (cada uno con

menos de 2%) pero no por ello menos significativos, se tienen: duelos no superados por muerte de un familiar, deuda de dinero importante, violencia de padres hacia sus hijos, personas impulsivas, endogamia y el consumo de drogas.

Es importante señalar que la mayoría de los factores de riesgo identificados en esta investigación, son coincidentes plenamente con los factores esbozados -a manera de hipótesis en su momento- por médicos comunitarios, psicólogos y psiquiatras merideños entrevistados en diferentes años (2019, 2022) (Páez *et al.*, 2021a; OVV Mérida, 2022a), lo que evidencia que estos hallazgos conducen a corroborar la existencia de los mismos en el ámbito rural merideño.

Los resultados sobre la percepción de las personas en relación a los factores de riesgo arrojaron similitudes con los anteriores. Los problemas sentimentales, la depresión y ansiedad, y la disponibilidad de agroquímicos (25,6%), ocupan los primeros lugares en ese orden de importancia. Le siguen luego cuatro factores: el consumo de alcohol, los problemas familiares, la cultura machista y otros trastornos mentales diferentes a depresión y ansiedad (26,3%), mientras que los asociados a la crisis del país concentran 14,4%. El factor de no poder acceder a especialistas en psicología y psiquiatría, a pesar de que no cuenta con un porcentaje elevado (4,4%), no pasó por alto a la percepción de los informantes clave. El restante porcentaje (29,3%) se distribuye entre: duelo por muerte de familiar, falta de apoyo familiar/amigos, violencia de padres a hijos, hombres/mujeres introvertidas, padecimientos de enfermedades graves, impulsividad, endogamia y consumo de drogas.

3.6 Configuración espacial de los factores de riesgo más resalantes

El estado Mérida históricamente ha sido dividido en cinco regiones, donde se ubican los 17 municipios rurales estudiados: Área Metropolitana de Mérida (municipios Campo Elías, Libertador [donde se asienta la ciudad de Mérida, capital de la entidad], Santos Marquina y Sucre; Zona Panamericana (Alberto Adriani, Andrés Bello, Caracciolo Parra y Olmedo, Julio César Salas, Justo Briceño, Obispo Ramos de Lora y Tulio Febres Cordero; Valle del

Mocotíes (Antonio Pinto Salinas, Rivas Dávila, Tovar y Zea); Páramo (Cardenal Quintero, Miranda, Pueblo Llano y Rangel); y Pueblos del Sur (Aricagua, Arzobispo Chacón, Guaraque y Padre Noguera).

En los casos conocidos de la región Zona Panamericana, los factores de mayor importancia que salieron a relucir, en el siguiente orden, fueron: problemas/discusiones/conflictos familiares y sentimentales, seguidos de presuntos casos de padecimiento de trastornos mentales (depresión, ansiedad, esquizofrenia y bipolaridad). En tercer plano, y no por ello menos importante, resaltan la pobreza, el dinero no alcanza para vivir y el hecho de no poder comprar suficientes alimentos para la familia. Entre tanto, en la zona del Valle del Mocotíes, factores económicos y otros asociados a la crisis del país (como la migración de un familiar) tienen la mayor frecuencia. Luego, le siguen muy de cerca los problemas/discusiones/conflictos familiares y sentimentales, y padecimientos de presuntos trastornos mentales. También aparecen en lo subsiguiente la presencia de personas introvertidas, el uso de agroquímicos como método para suicidarse y la cultura machista. Con menos casos emergen el no poderse tratar con un psicólogo y/o psiquiatra, y situaciones de *bullying* relacionadas con orientaciones sexuales.

En la región de los Pueblos del Sur, al igual que en la anterior, los factores económicos muy probablemente asociados a la crisis del país dominaron la escena, después le continúan los problemas/discusiones/conflictos familiares y sentimentales. En el tercer puesto sobresalen presuntos padecimientos mentales y después aparecen de nuevo varios casos de *bullying*.

La zona del Páramo resultó ser la más compleja y en donde se aprecia mayor cantidad y combinaciones de diversos elementos de riesgo, lo que quizás explica que los municipios Cardenal Quintero y Pueblo Llano cuenten con las tasas de suicidio más elevadas de la entidad (Páez *et al.*, 2021a; OVV Mérida, 2022). Los factores económicos y otros asociados a la crisis del país (como la migración de un familiar) muestran una frecuencia muy elevada en esta región, sobre todo los relacionados con pérdidas económicas en negocios propios o finca, y la pérdida del trabajo y el hecho de no poder conseguir una oportunidad laboral. Los

problemas familiares y sentimentales, así como presuntos padecimientos de trastornos mentales más varios casos donde intervino la impulsividad, y el uso de agroquímicos como método para atentar contra la vida, se ubican entre el segundo y tercer puesto en significancia. Además, entre los factores con mayor peso se sitúa el consumo frecuente y

4. Conclusiones

Los resultados indican que la violencia autoinfligida aumentó en el ámbito rural merideño entre 2010-2022, muy probablemente como producto de la emergencia humanitaria (2014-2022) -con todas sus aristas negativas- combinada con diferentes factores de riesgo asociados a conductas suicidas. Los hombres adultos y luego los jóvenes y adolescentes son las principales víctimas, ocupados en actividades agrícolas o cursando estudios.

Los factores de riesgo relacionados con conductas suicidas que sobresalen con mayor importancia, según distintas combinaciones, son los problemas sentimentales, los trastornos mentales (depresión y ansiedad) y el uso de agroquímicos como sustancias utilizadas para atentar contra la vida. No obstante, se identificaron otro conjunto de factores que indicaron en segundo plano importancias porcentuales muy análogas: conflictos familiares, situaciones adversas económicas y laborales (muy probablemente conectadas con la crisis), no poder atenderse con un psicólogo/psiquiatra, personalidad y cultura del merideño nato, y el consumo excesivo de alcohol, entre otros. Especial atención requiere el *bullying* como desencadenante de conductas suicidas, una situación frecuente que afecta a niños, niñas y adolescentes, donde a pesar de que fueron relativamente pocos los casos documentados, lo que no significa que no existan más, muchas veces subestimado por padres, madres y representantes

excesivo de alcohol, mientras que el no poder las personas atenderse con un psicólogo o con un psiquiatra y la dominancia, según los informantes, de una cultura machista combinada con personas introvertidas sobre todo hombres, se posicionan en el cuarto y quinto lugar de significancia.

legales de aquellos e incluso por maestros/profesores y autoridades de las instituciones educativas.

Desde la perspectiva espacial, la mayoría de factores de riesgo identificados están presentes en todas las regiones del estado Mérida, lo que varía es su peso o importancia relativa porcentual dependiendo del área que se esté analizando. Es claro que existe un común denominador y que los mismos, en diferentes combinaciones, explican más de las tres cuartas partes de los casos documentados. La zona del Páramo resultó ser la más compleja y con mayor incidencia y variabilidad de factores de riesgo.

Somos de la opinión que los resultados obtenidos son representativos y muy próximos a la realidad imperante en las zonas rurales de Mérida. Esto debido a que los diferentes patrones encontrados según cada variable son concordantes tanto con resultados derivados de trabajos de investigación (regionales, nacionales e internacionales) e interpretaciones y conjeturas hechas *a priori* por psicólogos y psiquiatras, como con las percepciones de individuos residentes de estas áreas. De igual modo, procuran ser un aporte fundamental para autoridades competentes estatales que toman decisiones en esta materia en el diseño y ejecución de políticas públicas, las que deben ser orientadas con imperiosa prioridad a los grupos poblaciones y territorios más vulnerables identificados.

5. Referencias citadas

ABURTO, C.; DÍAZ, K. y P. LÓPEZ. 2017. "Ideación suicida en adolescentes del área rural: estilo de crianza y bienestar psicológico". *Revista Colombiana de Enfermería*, 15: 50-61. Disponible en: <https://n9.cl/vgyaa>. [Consulta: julio, 2023].

- ARIAS, S. y M. PEÑALOZA. 2013. *Muestreo. Enfoque ilustrado para investigar*. Grupo de investigación en evaluación y mercadeo (EVMERGI). Talleres Gráficos. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- BEARD, J.; UMBACH, D.; HOPPIN, J.; RICHARDS, M.; ALAVANJA, M.; BLAIR, A.; ... & F. KAMELZ. 2014. "Pesticide exposure and depression among male private pesticide applicators in the agricultural health study". *Environmental Health Perspectives*, 122(9): 984-991. Disponible en: <https://n9.cl/slfu9>. [Consulta: mayo, 2023].
- BENÍTEZ, S. 2012. *Plaguicidas y efectos sobre la salud humana: un estado del arte. Paraguay*. Disponible en: <https://n9.cl/k1t8pz>. [Consulta: mayo, 2023].
- BESELER, C. & L. STALLONES. 2016. "Structural equation modeling of the relationships between pesticide poisoning, depressive symptoms and safety behaviors among Colorado farm residents". *Journal of Agromedicine*, 11(3-4): 35-46. Disponible en: <https://n9.cl/2r05q>. [Consulta: mayo, 2023].
- CAPEL, H. s.f. "La definición de lo Urbano". *Scripta Vetera*, edición electrónica de trabajos publicados sobre geografía y ciencias sociales. Disponible en: <https://n9.cl/dbosk>. [Consulta: abril, 2023].
- CIVILIS. 2017. *Las emergencias humanitarias complejas son de carácter político*. Disponible en: <https://n9.cl/kh9ge>. [Consulta: marzo, 2023].
- CRESPO, F. 2019. "Aproximación descriptiva al fenómeno del suicidio en el estado de Mérida, Venezuela". *URVIO, Revista Latinoamericana de Estudios de Seguridad*, (24): 167-185. Disponible en: <https://n9.cl/o0meu>. [Consulta: marzo, 2023].
- ECHEBURÚA, E. 2015. "Las múltiples caras del suicidio en la clínica psicológica". *Terapia Psicológica*, 33(2): 117-126. Disponible en: <https://n9.cl/8soo0>. [Consulta: junio, 2023].
- FAIGUENBAUM, S. 2011. "Definiciones oficiales de 'rural' y/o 'urbano en el mundo". En: NU. CEPAL-Francia. *Gobierno, Hacia una nueva redefinición de "rural" con fines estadísticos en América Latina*, pp. 67-90. CEPAL. Disponible en: <https://n9.cl/k97su>. [Consulta: abril, 2023].
- FREIRE, C. & S. KOIFMAN. 2013. "Pesticides, depression and suicide: a systematic review of the epidemiological evidence". *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 216: 445-460. Disponible en: <https://n9.cl/scm0h>. [Consulta: julio, 2023].
- FREITEZ, A. (Coord). 2018. *Espejo de la crisis humanitaria venezolana. Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI 2017)*. Abediciones. Caracas, Venezuela. Disponible en: <https://n9.cl/kp41n>. [Consulta: abril, 2023].
- GERSTNER, R.; SORIANO, I.; SANHUEZA, A.; CAFFE, S. y D. KESTEL. 2018. "Epidemiología del suicidio en adolescentes y jóvenes en Ecuador". *Revista Panamericana Salud Pública*, 42, e100. Disponible en: <https://n9.cl/sg3tt>. [Consulta: junio, 2023].
- HUMVENEZUELA. 2022. *Informe de seguimiento a los impactos de la emergencia humanitaria compleja en Venezuela tras el confinamiento por la pandemia de COVID*. Disponible en: <https://n9.cl/hqcug>. [Consulta: marzo, 2023].

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE). 2011. *Censo general de población y vivienda*. Caracas, Venezuela. Disponible en: <https://n9.cl/edutxa>. [Consulta: julio, 2023].
- KLINGELSMIDT, J.; MILNER, A.; KHIREDINE-MEDOUNI, I.; WITT, K.; ALEXOPOULOS, E.; TOIVANEN, S.;... & I. NIEDHAMMER. 2018. "Suicide agricultural, forestry and fishery workers: a systematic literature review and meta-analysis". *Arch Prev Riesgos Labor*, 21(2): 95-96. Disponible en: <https://n9.cl/vbc5m>. [Consulta: julio, 2023].
- MÉNDEZ, E. 2011. *El Estado Mérida y sus municipios en la construcción de futuro 2010-2020-2050*. Talleres Gráficos, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- NAGHAVI, M. 2019. "Global, regional, and national burden of suicide mortality 1990 to 2016: Systematic analysis for the global burden of disease study 2016". *BMJ* 364: l94. Disponible en: <https://n9.cl/8fvar>. [Consulta: junio, 2023].
- OBSERVATORIO VENEZOLANO DE VIOLENCIA (OVV). 2023. *Informe anual de violencia autoinfligida 2022*. Disponible en: <https://n9.cl/l4frg>. [Consulta: mayo, 2023].
- OBSERVATORIO VENEZOLANO DE VIOLENCIA EN MÉRIDA (OVV MÉRIDA). 2022. *Caracterización de la mortalidad diferencial por suicidio en el estado Mérida*. Disponible en: <https://n9.cl/1dy8p>. [Consulta: abril, 2023].
- OBSERVATORIO VENEZOLANO DE VIOLENCIA EN MÉRIDA (OVV MÉRIDA). 2022a. *El suicidio en la ruralidad merideña*. Disponible en: <https://n9.cl/psf2i>. [Consulta: abril, 2023].
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS) / ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). 2014. *Prevención del suicidio un imperativo global*. OPS. Washington, D.C. Disponible en: <https://n9.cl/nv2h7>. [Consulta: mayo, 2023].
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS) / ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). 2003. *Informe mundial sobre la violencia y la salud*. OMS. Washington, D.C. Disponible en: <https://n9.cl/khlt>. [Consulta: marzo, 2023].
- PÁEZ, G.; TREJO, Y.; RONDÓN, K. y N. GULFO. 2021. "Una aproximación al estudio del suicidio en Venezuela". *URVIO, Revista Latinoamericana de Estudios de Seguridad*, (31): 90-108. Disponible en: <https://n9.cl/0xjms>. [Consulta: marzo, 2023].
- PÁEZ, G.; TREJO, Y.; RONDÓN, K. y N. GULFO. 2021a. "Una aproximación al estudio del suicidio en el estado Mérida, Venezuela". *Revista Geográfica Venezolana*, 62(2): 330-347. Disponible en: <https://n9.cl/uvaim>. [Consulta: marzo, 2023].
- PARRÓN, T.; HERNÁNDEZ, A. & E. VILLANUEVA. 2006. "Increased risk of suicide with exposure to pesticides in an intensive agricultural area. A 12-year retrospective study". *Forensic Science International*, 79(1): 53-63. Disponible en: <https://n9.cl/bbbuw>. [Consulta: julio, 2023].

- SOCIEDAD ARGENTINA DE PEDIATRÍA / FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA (UNICEF) / MINISTERIO DE SALUD ARGENTINA. 2021. *Abordaje integral del suicidio en las adolescencias: lineamientos para equipos de salud*. Disponible en: <https://n9.cl/ukvz7>. [Consulta: marzo, 2023].
- TAPIA, C. y P. LÓPEZ. 2015. "Las relaciones humanas". *XIKUA Boletín Científico De La Escuela Superior De Tlahuelilpan*, 3(6). Disponible en: <https://n9.cl/5gcli>. [Consulta: abril, 2023].
- UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO (UCAB). 2022. *Condiciones de vida de los venezolanos. ENCOVI 2022*. Disponible en: <https://n9.cl/sldwq>. [Consulta: marzo, 2023].
- VÄRNIK, P. 2012. "Suicide in the world". *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 9(3): 760-771. Disponible en: <https://n9.cl/r65k7>. [Consulta: junio, 2023].
- WESSELIN, C.; WENDEL, B.; KEIFER, M.; LONDON, L.; MERGLER, D. & L. STALLONES. 2010. "Symptoms of psychological distress and suicidal ideation among banana workers with a history of poisoning by organophosphate or n-methyl carbamate pesticides". *Occupational & Environmental Medicine*, 67(11): 778-784. Disponible en: <https://n9.cl/ms27b>. [Consulta: julio, 2023].

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Mérida, Venezuela; julio, 2023

Converging technologies to monitor pollution, and its legal approach for sustainable development

Tecnologías convergentes para monitorear la contaminación ambiental y su enfoque legal para el desarrollo sostenible

Tecnologias convergentes para o monitoramento da poluição ambiental e sua abordagem legal para el desenvolvimento sustentável

Juan David Cruz-Negrete¹, Alex Ojeda-Gómez² y Jorge Homero Wilches-Visbal³

¹ Universidad del Magdalena, Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas, Santa Marta, Colombia

² Universidad de La Guajira, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas Riohacha, Colombia

³ Universidad del Magdalena, Facultad de Ciencias de la Salud Santa Marta, Colombia

jcruzn@unimagdalena.edu.co; aojeda@uniguajira.edu.co; jwilches@unimagdalena.edu.co

Cruz-Negrete: <https://orcid.org/0000-0002-8390-7737>

Ojeda:-Gomez: <https://orcid.org/0000-0002-4822-8990>

Wilches-Visbal: <https://orcid.org/0000-0003-3649-5079>

Abstract

The objective of this review was to make visible cases in which Convergent Technologies -CT- (such as technological platforms, real-time sensor images, Machine Learning / Deep learning, Internet of Things (IoT)), are used to monitor and characterize pollution in air, soil, and water; as well as illustrating how from legal schemes, the development of technologies can be promoted with a fundamentally sustainable approach. The method used consisted of review of practical cases, scientific articles, related to the use of TC to monitor pollution in the environment (both in water, air and soil) in various countries; and legal documents (such as laws, judgments... at the international level, as well as in Colombia) that allow to understand the need to develop technologies for sustainable development. Among the main conclusions, the importance of TC to control pollutants in air, water and soil stands out, as well as to make visible legal tools that promote technological development to support sustainable development.

KEYWORDS: technologies; pollution; law; sustainability.

Resumen

El objetivo de esta revisión fue visibilizar casos en los que se utilizan Tecnologías Convergentes -TC- (como plataformas tecnológicas, imágenes de sensores en tiempo real, Aprendizaje Automático / Aprendizaje Profundo, Internet de las Cosas (IoT)) para monitorear y caracterizar la contaminación en el aire, suelo y agua; así como ilustrar cómo desde los esquemas legales se puede promover el desarrollo de tecnologías con un enfoque fundamentalmente sostenible. El método utilizado consistió en revisar casos prácticos, artículos científicos relacionados con el uso de TC para monitorear la contaminación en el medio ambiente (tanto en agua, aire como suelo) en varios países; y documentos legales (como leyes, fallos... a nivel internacional, así como en Colombia) que permiten comprender la necesidad de desarrollar tecnologías para el desarrollo sostenible. Entre las principales conclusiones, destaca la importancia de las TC para controlar los contaminantes en el aire, agua y suelo, así como para visibilizar herramientas legales que promuevan el desarrollo tecnológico en apoyo al desarrollo sostenible.

PALABRAS CLAVE: tecnologías; contaminación; derecho; sostenibilidad.

Resumo

O objetivo desta revisão foi destacar casos em que Tecnologias Convergentes (CTs) (como plataformas tecnológicas, imagens de sensores em tempo real, Aprendizado de Máquina/Aprendizado Profundo, Internet das Coisas (IoT)) são usadas para monitorar e caracterizar a poluição no ar, no solo e na água; e ilustrar como os esquemas legais podem promover o desenvolvimento de tecnologias com uma abordagem fundamentalmente sustentável. O método utilizado consistiu na revisão de estudos de caso, artigos científicos relacionados ao uso de CTs para monitorar a poluição no meio ambiente (tanto na água quanto no ar e no solo) em vários países; e documentos legais (como leis, decisões... em nível internacional, bem como na Colômbia) que permitem compreender a necessidade de desenvolver tecnologias para o desenvolvimento sustentável. Entre as principais conclusões, destaca-se a importância das TCs para o controle de poluentes no ar, na água e no solo, bem como para a visualização de ferramentas jurídicas que promovam o desenvolvimento tecnológico em prol do desenvolvimento sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: tecnologias; poluição; direito; sustentabilidade.

1. Introduction

Convergent technologies (CT) such as Machine Learning, Internet of Things (IoT), Virtual Reality and Augmented Reality (VR/AR), Big Data, among others (Rozo-García, 2020), are tools of vital importance that must be promoted by governments, industries and civil society to increase their use, acquire skills for their use (World Economic Forum, 2021). That is why it is required to develop processes of training and qualification of personnel in companies and diverse types of organizations (Silva & Rocha, 2020) to maximize the benefits of its use.

Proper implementation of CT could improve human rights conditions in value chains (World Economic Forum, 2021) the use, for example, of Blockchain, could favor the optimization of value chains (Heidrich *et al.*, 2020); highlights the importance of CT when facing various restrictions on life and social processes that Covid-19 represented (World Economic Forum, 2018). The benefits of the correct application of TC would be

potentiated with the establishment of metrics that allow obtaining data in real time, as well as generating the due analysis and making decisions that favor sustainability, such as the characterization, monitoring, and control of pollutants (Atik & Ünlü, 2019; Carrillo *et al.*, 2020).

The objective of this review is to make visible cases in which Convergent Technologies -CT- (such as technological platforms, real-time sensor images, Machine Learning / Deep learning, Internet of Things (IoT)), are used to monitor and characterize pollution in air, soil, and water; as well as illustrating how from legal schemes, the development of technologies can be promoted with a fundamentally sustainable approach.

2. Diversity of pollution on water, air and soil

In this segment, there will be shown some cases in which the use of CT supported the monitoring and characterization of pollution in water, air, and soil (TABLE 1).

TABLE 1. Relation of CT used to monitor pollution on air, soil and water

Environment/Component	CT & technique used	Polluter	Region/Locati on of the study	Conclusion of the et study	Reference
Water	Microscopic Image Readers, Real-Time Image Systems	Microplasti cs in invertebrate bodies (particulate matter)	Rockall Trough, North Atlantic, deep sea (>2.200 mts)	We found 78 potential microplastics (17 synthetic, 28 cellulose, 33 unclear spectrum) observed in three forms: Original, ingested by benthic invertebrates, and in deep waters	Courtene-Jones <i>et al.</i> , 2017
Water	Geoaccumulation Index (Igeo) with technological equipment for contaminant analysis	(Cd) Cadmium and (Pd) Palladium	Abandoned mine in Yaoposhan (Guangdong Province, China)	There is clear contamination in water and soil in the areas studied, causing damage to crops, soils, etc. Mainly by substances such as (Cd) Cadmium and (Pd) Palladium	Sun <i>et al.</i> , 2020
Soil and Water	Geoaccumulation Index (Igeo) with technological equipment for the analysis of pollutants	Microplasti cs (particulate matter)	Níger River, delta	Approximately 9000 oil production wells in the Niger River Delta generate serious negative consequences on the environment, soil properties, plants and agricultural processes, as well as soil compilations, terrestrial fauna; germination, growth and development of plants	Chukwuka <i>et al.</i> , 2018
Soil	Geoaccumulation Index (Igeo) with technological equipment for the	Mercury (Hg)	San Martín de Loba, Bolívar, Colombia	93% of the sample points yielded results higher than those registered in countries such as the United States,	Rocha-Román <i>et al.</i> , 2018

		analysis of pollutants		China, Slovenia, Germany, Canada. 87% of the samples used are classified as heavily contaminated It is relevant to differentiate amounts of emissions of toxic substances, with the degree of toxicity of them; for example, copper has greater ecotoxic potential in water emissions, but only obtained <1% of emissions (amount) in the study data	
Air	USEtox® Environmental Impact Assessment	Ecotoxic pollutants in water emissions	New Scotland-Canada		Taylor <i>et al.</i> , 2020
Air	Real-time air measurement stations	PM10 (Particulate Matter)	Cuenca (Ecuador)	There are higher PM10 (Particulate Matter) values higher than suggested by the WHO guideline, which is 20 ug/m3	Palacios-Espinoza & Espinoza-Molina, 2014

The previous TABLE allows to detect how using diverse techniques and CT (such as Image Readers, Real-Time Image Systems, Geoaccumulation Index -Igeo-), regions, companies and communities can detect pollution in water, soil and air; the related studies (Chukwuka *et al.*, 2018b; Courtene-Jones *et al.*, 2017; Sun *et al.*, 2020) shows pollution in water bodies related to microplastic in the water itself and also in some (micro)organism that live in water, in the same way, studies analyzed concluded that there was detection of Cd and Pd in water, which polluted soil, crops, flora, fauna, and so on; all this situation of degradation and pollution of water was caused by human-action, due to processes of mining, extraction of oil, and other sources.

In the same way, it was clear how CT (Geoaccumulation Index -Igeo-) supported research to detect pollution in soil (Rocha-Roman *et al.*, 2018), for instance, the presence of Hg in soil

in Montes de María’s region in Colombia, in a rate clear higher than the index of Hg found in compared countries. Technologies (USEtox® Environmental Impact Assessment) also allow to find that there are hazardous toxic substances in the air, polluting the quality of it, and in special, the related studied about air pollution, invites to differentiate the toxicity level of some substances (copper), focusing much more on toxicity than in the amount of (percentage) of substances found in air (Taylor *et al.*, 2020); CT (Real-time air measurement stations) is an important allied to detect PM 10 in air (Palacios-Espinoza & Espinoza-Molina, 2014), and define the level of pollution.

3. Cases of application of CT to monitor and characterize pollution

This fragment of the document, will be focused on the diversity of CT to monitor and characterize pollution, summarize in the following TABLE:

TABLE 2. Cases of use of CT to monitor and characterize pollution

CT	Specific Technique - Technology	Polluter – Phenomenon	Conclusion of the study	Reference
Applied-Technological platforms	Real-time data analysis of 292 groundwater sites per continent (146 hours of reported work)	Nitrate (NO3-)	The presence of nitrates in groundwater is constantly growing, there are areas that have values higher than WHO standards (50 ppm), there are inadequate wastewater practices, wrong treatment of septic tanks, abusive use of fertilizers and pesticides in crops	Abascal <i>et al.</i> , 2022

Applied- Technological platforms	Low-cost technological platform 'Arduino' - which allowed to compare three data acquisition technologies, four wireless communication systems that complement a node and was interpreted by a network of wireless sensors	Several pollutants	There are reliable inputs for environmental monitoring, it provides light on how affordable, low-cost and easily replicable technologies can help communities, regions, governments and companies to control, monitor and characterize pollutants in the environment	Tang <i>et al.</i> , 2022
Applied- Technological platforms	Analysis of real-time data analysis platforms on pollution, between 2014 and 2018	Air pollutants such as PM, SO ₂ , NO _x and CO ₂	There are some decreases in polluting emissions, but this does not happen in the same sense for the case of CO ₂ emissions	Espitia, 2014
Machine Learning & Deep Learning	Analysis of air pollution forecasts, using the genetic algorithm (GA) method, as well as in the short-term memory Deep Learning Algorithm (LSTM)	Air pollutants	Air pollution predictions based on the metaheuristic principle give a better prediction of outcomes than those that work to determine parameters manually	Drewil & Al-Bahadili, 2022
Machine Learning & Deep Learning	In vitro and in vivo method PM _{2.5} exposure models (concentrated in hsa_circ_0005045)	PM _{2.5} (concentrated in hsa_circ_0005045)	There is reduced environmental emissions of PM _{2.5} provides a specific approach to protect non-smoking COPD patients against exacerbation of air pollution-related diseases	Meng <i>et al.</i> , 2022
Internet of Things (IoT)	DS18B20 sensor, as well as the NodeMCU device, and the subsequent storage of data in the cloud, and so it could be consulted from any device and web application. Sensors to collect contaminants on land, data that was pooled on a website	Variation in temperature	The averages obtained manually (0.00776) are lower compared to what was obtained with the use of the proposed framework (0.01948), which means that with the use of the proposed framework it was possible to do a greater number of crop monitoring tasks compared to the manual way	Arteaga Quico & Wong Portillo, 2021
Internet of Things (IoT)	fed from the network of sensors that received information from monitoring toxins in the soil	Toxins in the soil.	It allowed to improve the management and control of pollutants by pate of the Centralized Committee for Pollution Control (CPCC)	Rayabharapu <i>et al.</i> , 2022
Real-time images and sensors	Google Street View and computer vision methods in high spatial resolution and was called Green View Index (GVI)	Urban green spaces at street level and air pollution	Higher levels of urban green space were associated with decreases in air pollution by (PM)	O'Regan <i>et al.</i> , 2022
Real-time images and sensors	Synthetic aperture radar -SAR- (specifically satellites such as Sentinel-1A)	Oil spill areas	The total area of oil slick contamination of the water surface in the disaster area was 800 square kilometers	(Pashayev <i>et al.</i> , 2018)

Continued table 2

Real-time images and sensors	Synthetic aperture radar -SAR- (specifically satellites such as Sentinel-1A)	Oil spill areas	The total area of oil slick contamination of the water surface in the disaster area was 800 square kilometers	(Pashayev <i>et al.</i> , 2018)
Real-time images and sensors	Satellite imagery of Landsat-4 (1987), Landsat-5 (1991, 1997, 2009), Landsat-7 (2000, 2003), Landsat-8 (2014, 2016, 2017), and Sentinel-2 (2019, 2021); PCI Geomatics software	Pollutants that affect snow-capped -glacier- mountains	It is estimated that the glacier of the Sierra Nevada del Cocuy will become extinct approximately by the year 2048, due to the rate of decrease in the glacial area of said mountain system, which has been reduced by 37.92% with reference to the first scene (year 1987)	Molano <i>et al.</i> , 2022
Real-time images and sensors	Synthetic aperture radar -SAR- (specifically satellites such as Sentinel-1A)	Oil spill areas	The total area of oil slick contamination of the water surface in the disaster area was 800 square kilometers	Pashayev <i>et al.</i> , 2018)
Real-time images and sensors	Satellite imagery of Landsat-4 (1987), Landsat-5 (1991, 1997, 2009), Landsat-7 (2000, 2003), Landsat-8 (2014, 2016, 2017), and Sentinel-2 (2019, 2021); PCI Geomatics software	Pollutants that affect snow-capped -glacier- mountains	It is estimated that the glacier of the Sierra Nevada del Cocuy will become extinct approximately by the year 2048, due to the rate of decrease in the glacial area of said mountain system, which has been reduced by 37.92% with reference to the first scene (year 1987)	Molano <i>et al.</i> , 2022

Previous TABLE let to understand clearly how using diverse technologies, it can be detected punctually from different polluters (Tang *et al.*, 2022) the levels of pollution in various spheres and environments; for example, using Applied-Technological Platforms allows to define the level of NO₃ in water, in a range of pollution higher than the WHO standards (Abascal *et al.*, 2022); as well as the level of increase or decrease of pollution from substances as PM, NO_x, CO₂, SO₂ (Piñeres-Espitia & Mejía-Neira, 2013).

Technologies like Machine Learning & Deep Learning, support the detection of pollution (decrease or increase) related to PM_{2.5} (Meng *et al.*, 2022); another technology used to monitor and control pollution is Internet of Things (IoT), technique that allows to conclude that using that methodology (technology) produce much more data related to crops temperature variation, and support better in order to monitor pollution than the manual technique (Arteaga-Quico & Wong-Portillo, 2021), as well as improves the management and control of toxins in soil (Rayabharapu *et al.*, 2022).

To complement the range of technologies, it was observed that the use of Real-Time Images and Sensors helped to determine the level of decrease of snow-capped-glacier in mountains due to variation in temperatures (Molano *et al.*, 2022), also to conclude that areas with more 'green spaces' reduce the concentrations of PM (O'Regan *et al.*, 2022), also, that the area of affectation-pollution in a particular case of oil spill, was around 800 square kilometers (Pashayev *et al.*, 2018). All these examples of usage of CT are evidence of how technologies are an important instrument for governments, companies, and society in order to measure, monitor, and control pollution.

4. Legal approach in favor of developing converging technologies focus on sustainability

All efforts related to the support for developing technologies in favor of sustainable development are valuable, even more, if they are conceived with a deep sustainable approach. In the international field, and in the framework of the seventy-sixth session of the General Assembly of the United

Nations that took place on July 26, 2022, the member states of said international organization ratified adopting measures to minimize environmental degradation, promoting a healthy environment, understanding as a healthy environment, including technologies with a sustainable approach (Resolución A/76/L.75, 2022).

Related to the promotion of technologies development to protect Human Rights, contemplated by the United Nations, they are applicable as *jus cogens* norms in the member countries, emphasizing that the use of technologies leads to the acceleration of the fulfillment of the Sustainable Development Goals (Pacto Mundial Red Española, 2019) established by said international entity, in the world community.

When developing a close up in the local (Colombia, home country of the authors of this paper) level, there was found that Colombian jurisprudence, in application of fundamental and universal rights, has been emphatic in establishing that children in rural schools require access to the Internet and new technologies to achieve their harmonious and structural development within the framework of the social environment (Corte Constitucional de Colombia, 2020b), this as an example about how technologies promotion can be developed with a sustainable scope.

In this same way, Colombia, within the framework of its constitutional principles, its essential purposes, and its fundamental rights, undertakes to prioritize access to and use of information and communications technologies in non-discriminatory conditions in connectivity, education to achieve sustainable participation in

society. In addition, in the case of Colombia, the State undertakes to prioritize access to information and communications technologies in vulnerable areas of the nation, to comply with the essential purposes of the State (Congreso de la República de Colombia, 2019).

From a legal and judicial point of view, the highest constitutional organism in Colombia, has specified that there is a correlation between the new technologies implicit in electronic documents and legal certainty, reliability and above all, speed (Corte Constitucional de Colombia, 2020a), the latter being an indispensable legal value to carry out the principle "Prompt and Fulfilled justice" as a public service in charge of the state.

5. Conclusion

The review of cases, practical and legal sources consulted, allow us to glimpse the potential represented by CT on the two fronts analyzed: 1. monitoring and characterizing pollution in various scenarios such as air, soil and water; as well as 2. how the legal spectrum -both international, as in the specific case of Colombia- can support the promotion and dissemination of technological development in the country, with the purpose of promoting sustainable development.

The two scenarios in which the phenomenon of CT was analyzed, allow us to show that its development can be promoted with a focus directly related to sustainability; technologies can be understood beyond artifacts, or merely as a tool for economic purposes; rather, it can be developed for the protection of human rights and the environment.

6. References quoted

ABASCAL, E.; GÓMEZ-COMA, L.; ORTIZ, I. & A. ORTIZ. 2022. "Global diagnosis of nitrate pollution in groundwater and review of removal technologies". *Science of The Total Environment*, 810: 152233. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152233>.

ARTEAGA QUICO, A. D. & L. R. WONG PORTLLO. 2021. "Framework for monitoring the temperature of aquaculture crops based on IOT". *DYNA*, 88(218): 239-246. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/dyna.v88n218.90626>.

ATIK, H. & F. ÜNLÜ. 2019. "The Measurement of Industry 4.0 Performance through Industry 4.0 Index: An Empirical Investigation for Turkey and European Countries". *Procedia Computer Science*, 158: 852-860. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.123>.

- CARRILLO, J.; GOMIS, R.; DE LOS SANTOS, S.; COVARRUBIAS, L. & M. MATUS. 2020. "¿Podrán transitar los ingenieros a la Industria 4.0? Análisis industrial en Baja California". *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 8(22). Disponible en: <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2020.22.76089>.
- CHUKWUKA, K. S.; ALIMBA, C. G.; ATAGUBA, G. A. & W. A. JIMOH. 2018. "The Impacts of Petroleum Production on Terrestrial Fauna and Flora in the Oil-Producing Region of Nigeria". En: *The Political Ecology of Oil and Gas Activities in the Nigerian Aquatic Ecosystem*, pp. 125-142. Elsevier. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809399-3.00009-4>.
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. 2019. *Ley 1978*. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=98210>.
- CORTE CONSTITUCIONAL DE COLOMBIA. 2020a. *Sentencia C-662-00*. Disponible en: <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2000/C-662-00.htm>.
- CORTE CONSTITUCIONAL DE COLOMBIA. 2020b. *Sentencia T-030-20*. Disponible en: <https://www.corteconstitucional.gov.co/Relatoria/2020/T-030-20.htm>.
- COURTENE-JONES, W.; QUINN, B.; GARY, S. F.; MOGG, A. O. M. & B. E. NARAYANASWAMY. 2017. "Microplastic pollution identified in deep-sea water and ingested by benthic invertebrates in the Rockall Trough, North Atlantic Ocean". *Environmental Pollution*, 231: 271-280. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.08.026>.
- DREWIL, G. I. & R. J. AL-BAHADILI. 2022. "Air pollution prediction using LSTM deep learning and metaheuristics algorithms". *Measurement: Sensors*, 24: 100546. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.measen.2022.100546>.
- ESPITIA, G. P. 2014. "Plataformas tecnológicas aplicadas al monitoreo climático". *Prospectiva*, 11(2): 78. Disponible en: <https://doi.org/10.15665/rp.v11i2.42>.
- HEIDRICH, F.; GONCALVES DE MORAIS, D. & J. BLUMETTI FACÓ. 2020. "La teoría de las opciones reales en la gestión de inversiones en la industria 4.0: Un estudio de caso". *Revista De Gestão, Finanças E Contabilidade*, 10(2): 60-85. Disponible en: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/financ/article/view/7304>.
- MENG, Q.; WANG, J.; CUI, J.; LI, B.; WU, S.; YUN, J.; ASCHNER, M.; WANG, C.; ZHANG, L.; LI, X. & R. CHEN. 2022. "Prediction of COPD acute exacerbation in response to air pollution using exosomal circRNA profile and Machine learning". *Environment International*, 168: 107469. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107469>.
- MOLANO, S. M.; CARDENAS, D. P.; GÓMEZ, H. S.; ALVARADO, D. M.; GALINDO, A. F.; SANABRIA, J. F. & J. S. GÓMEZ-NEITA. 2022. "Evaluación del retroceso glaciar de la Sierra Nevada del Cocuy, Colombia a partir de la clasificación de imágenes multisensor". *Boletín de Geología*, 44(1). Disponible en: <https://doi.org/10.18273/revbol.v44n1-2022002>.
- O'REGAN, A. C.; BYRNE, R.; HELLEBUST, S. & M. M. NYHAN. 2022. "Associations between Google Street View-Derived Urban Greenspace Metrics and Air Pollution Measured Using a Distributed Sensor Network". *SSRN Electronic Journal*, 87: 1-10. Disponible en: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4179128>.
- PACTO MUNDIAL RED ESPAÑOLA. 2019. *7 formas en las que la tecnología puede contribuir a los ODS*.

Pacto Mundial. Disponible en: <https://www.pactomundial.org/noticia/7-formas-en-las-que-la-tecnologia-puede-contribuir-a-los-ods/>.

PALACIOS-ESPINOZA, E., & C. ESPINOZA-MOLINA. 2014. "CONTAMINACIÓN DEL AIRE EXTERIOR. CUENCA - ECUADOR, 2009- 2013. POSIBLES EFECTOS EN LA SALUD." *Revista de La Facultad de Ciencias Médicas de La Universidad de Cuenca*, 32(2), 6–17. file:///D:/DESCARGAS/Trabajo de titulación.pdf

PASHAYEV, N. M.; RAGIMOV, R. M.; SAMEDOV, F. R. & D. S. GAHRAMANOVA. 2018. "Aerospace monitoring of the oil pollution of the Caspian Sea on the base of GIS technology and radar space images". *IFAC-PapersOnLine*, 51(30): 558-560. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.11.266>.

PIÑERES-ESPITIA, G., & MEJÍA-NEIRA, A. 2013. "Plataformas tecnológicas aplicadas al monitoreo climático." *Prospectiva*, 11(2): 78–87.

RAYABHARAPU, V. K.; RAMPUR, V.; JYOTHI, N. M.; TRIPATHI, V.; BHASKAR, T. & K. B. GLORY. 2022. "IOT sensor-based pollution management control technique". *Measurement: Sensors*, 24: 100513. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.measen.2022.100513>.

RESOLUCIÓN A/76/L.75, 22-11599 1. 2022. Disponible en: <https://digitallibrary.un.org/record/3982508?ln=es>.

ROCHA-ROMÁN, L.; OLIVERO-VERBEL, J. & K. R. CABALLERO-GALLARDO. 2018. "Impacto de la minería del oro asociado con la contaminación por mercurio en suelo superficial de San Martín de Loba, sur de Bolívar (Colombia)". *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 34(1): 93-102. Disponible en: <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.01.08>.

ROZO-GARCÍA, F. 2020. "Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0". *Revista UIS Ingenierías*, 19(2): 177-191. Disponible en: <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n2-2020019>.

SILVA, M. V. G. DA & C. F. ROCHA. 2020. "Avaliação do Nível de Maturidade da Indústria 4.0: O Caso de uma Empresa Estratégica de Defesa". *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, 12(1): 31-59. Disponible en: <https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2020.v12i1.455>.

SUN, Z.; HU, Y. & H. CHENG. 2020. "Public health risk of toxic metal(loid) pollution to the population living near an abandoned small-scale polymetallic mine". *Science of The Total Environment*, 718: 137434. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137434>.

TANG, L.; RUAN, J.; BO, X.; MI, Z.; WANG, S.; DONG, G. & S. J. DAVIS. 2022. "Plant-level real-time monitoring data reveal substantial abatement potential of air pollution and CO2 in China's cement sector". *One Earth*, 5(8): 892-906. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.07.003>.

TAYLOR, S.; EDWARDS, S. J. & T. R. WALKER. 2020. "A toxicity-based analysis of Canada's National Pollutant Release Inventory (NPRI): a case study in Nova Scotia". *Environmental Science and Pollution Research*, 27(2): 2.238-2.247. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06933-x>.

WORLD ECONOMIC FORUM. 2021. *Digital Culture: The Driving Force of Digital Transformation* (Number June). Disponible en: disponible en:

http://www3.weforum.org/docs/WEF_Digital_Culture_Guidebook_2021.pdf.

WORLD ECONOMIC FORUM. 2018. "The Future of Jobs Report". *Centre for the New Economy and Society*, 31(2): 164-173. Disponible en: <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2018/>.

WORLD ECONOMIC FORUM. 2021. *Digital Culture: The Driving Force of Digital Transformation* (Number June). Disponible en: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Digital_Culture_Guidebook_2021.pdf.

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Santa Marta, Colombia; mayo, 2023

El papel de los agentes sociales en el desarrollo endógeno:

Caso Amazonía ecuatoriana

O papel dos agentes sociais no desenvolvimento endógeno:
O caso da Amazonia equatoriana

The role of social agents in endogenous development:
The case of Ecuadorian Amazon

Víctor Calderón-Fajardo¹ y Abraham Nuevo López²

¹ Universidad de Málaga, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Departamento de Economía y Administración de Empresas
Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Geografía
España

² Universidad de Málaga, Facultad de Filosofía y Letras, Departamento de Geografía
España
vcalderonfa@uma.es; abraham@uma.es

Calderón-Fajardo: <https://orcid.org/0000-0002-4662-9694>

Nuevo López: <https://orcid.org/0000-0002-2522-1091>

Resumen

El turismo puede ser un motor para el crecimiento económico y la mejora de la calidad de vida de las comunidades locales en la Amazonía ecuatoriana, así como para la protección y valoración de sus recursos naturales y culturales. Se ha empleado el modelo de la Quintuple Hélice como marco conceptual para el estudio de la innovación abierta y su aplicación en el abordaje de los retos actuales del clúster amazónico. El análisis detallado del clúster permitió establecer un diagnóstico situacional de los agentes locales, los recursos y las relaciones con el entorno, lo suficientemente claro como para desarrollar un nuevo eje de desarrollo sostenible. Como conclusión se establece que el papel de las comunidades locales y las iniciativas de las comunidades indígenas son fundamentales para el desarrollo y la evolución empresarial, además de que los proyectos en el clúster amazónico deben entenderse como una manera de consolidar el crecimiento económico y el bienestar social.

PALABRAS CLAVE: Amazonía ecuatoriana; Quintuple Hélice; desarrollo endógeno.

Resumo

O turismo pode ser um motor para o crescimento econômico e a melhoria da qualidade de vida das comunidades locais na Amazônia equatoriana, bem como para a proteção e a valorização de seus recursos naturais e culturais. O modelo Quintuple Helix foi usado como uma estrutura conceitual para o estudo da inovação aberta e sua aplicação na abordagem dos desafios atuais do cluster da Amazônia. A análise detalhada do cluster possibilitou estabelecer um diagnóstico situacional dos atores locais, dos recursos e das relações com o meio ambiente, suficientemente preciso para desenvolver um novo eixo de desenvolvimento sustentável. Em conclusão, fica estabelecido que o papel das comunidades locais e as iniciativas das comunidades indígenas são fundamentais para o desenvolvimento e a evolução dos negócios, e que os projetos no cluster amazônico devem ser entendidos como uma forma de consolidar o crescimento econômico e o bem-estar social.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia equatoriana; hélice quintupla; desenvolvimento endógeno.

Abstract

Tourism can be an engine for economic growth and the improvement of the quality of life of local communities in the Ecuadorian Amazon, as well as for the protection and valuation of its natural and cultural resources. The Quintuple Helix model has been used as a conceptual framework for the study of open innovation and its application in addressing the current challenges of the Amazon cluster. The detailed analysis of the cluster has made it possible to establish a situational diagnosis of local actors, resources and relations with the environment, clear enough to develop a new axis of sustainable development. The conclusion is that the role of local communities and the initiatives of indigenous communities are fundamental for business development and evolution, and that projects in the Amazon cluster should be understood as a way to consolidate economic growth and social welfare.

KEYWORDS: ecuadorian Amazon; Quintuple Helix; endogenous development.

1. Introducción

La Amazonía ecuatoriana es una de las regiones más biodiversas y ricas en recursos naturales del planeta, con una gran variedad de flora y fauna, así como de culturas indígenas con una gran riqueza cultural y patrimonial (Smith, 2010). Sin embargo, a pesar de su enorme potencial, la región ha sido históricamente marginada en términos de desarrollo económico y social. En la actualidad, el turismo se presenta como una oportunidad para impulsar la economía local y mejorar la calidad de vida de las poblaciones locales, al mismo tiempo que se fomenta la conservación de la biodiversidad y el patrimonio cultural de la región (Lisocka-Jaegermann, 1998). El desarrollo turístico en la Amazonía ecuatoriana puede contribuir al crecimiento económico y a la mejora de la calidad de vida de las poblaciones locales, así como a la conservación y valoración de los recursos naturales y culturales de la región. En este sentido, es necesario establecer políticas y estrategias que promuevan el turismo sostenible y responsable, que asegure la protección de la biodiversidad y del patrimonio cultural, además del bienestar de las comunidades locales.

Ecuador empezó a comercializarse como destino turístico en el mercado turístico mundial entre finales de los años 80 y principios de los 90. Es un destino relativamente joven, turísticamente hablando, y con menos flujos turísticos que otros países del entorno como Brasil, Perú, Argentina o Chile. Aunque en el ranking de competitividad turística mundial está en la 57ª posición de 141 países, el porcentaje del turismo en el PIB es muy bajo, tan solo el 5,3%, la mitad de la media mundial que está en el 9,5% (Schwab y Zahidi, 2020).

En la actualidad, los esfuerzos acometidos en la industria turística han llevado al país a reconvertirse en un destino de turismo alternativo, con conciencia social y con capacidad de desarrollar experiencias únicas (Caiza y Molina, 2012). Por esta línea, se han establecido cinco clústeres de desarrollo regional muy diferenciados.

- ✓ Clúster Islas Galápagos
- ✓ Clúster Andes Centro Norte
- ✓ Clúster Litoral

- ✓ Clúster Austro
- ✓ Clúster Amazonía

Específicamente este estudio se ha centrado en comprender las particularidades y estrategias de intervención en el territorio de uno de los clústeres menos abordados y complejos, como es el clúster de la Amazonía.

El objetivo fundamental de la investigación fue utilizar el modelo de la Quintuple Hélice de Carayannis *et al.* (2012) como análisis y modelo de innovación abierta. Un modelo que permite una nueva perspectiva para afrontar el reto de impulsar y poner en valor todas las capacidades internas de una región o comunidad con el objetivo de consolidar dicha sociedad y transformar la economía desde dentro (desde el interior) hacia fuera. Con ello, además, se pretende que sea sostenible en el tiempo. Algunos autores lo complementan con un enfoque evolutivo al tener en cuenta también la capacidad de ahorrar e invertir los beneficios que genera el territorio en el propio territorio (Vergara, 2004).

Este trabajo es la primera investigación que utiliza el modelo de la Quintuple Hélice de Carayannis *et al.* (2012) para cuestionar el desarrollo y las estrategias de intervención en la Amazonía ecuatoriana. Otros estudios han aplicado los anteriores modelos de Triple Hélice y Cuádruple Hélice al desarrollo sostenible (Galvao *et al.*, 2019), la calidad de la democracia (Carayannis y Campbell, 2014), los sistemas de innovación (Campbell *et al.*, 2015) e incluso la cooperación internacional (Casaramona *et al.*, 2015), pero la Quintuple Hélice con la dimensión de sociedad y medio ambiente es la primera vez que se aplica en este contexto.

Mediante el estudio de todas las hélices se han estructurado los resultados del presente artículo en un análisis situacional, un análisis comparado de las estrategias actuales y alternativas, la intervención de los agentes locales, los colectivos emprendedores y el emprendimiento local, y una propuesta detallada de explotación turística del clúster. El artículo se cierra con unas conclusiones.

Se realiza una propuesta competitiva basada en una oferta específica de un proyecto de selva

asociado a las comunidades indígenas, este es el elemento de diferenciación principal del clúster frente a otros productos ecoturísticos. El producto turístico presume de tener el componente selvático a menos de una hora en avioneta desde la capital y se compara, positivamente, con las dificultades de otros clústeres amazónicos para conseguir lo mismo en otras capitales de regiones amazónicas como Bogotá-Leticia, Lima-Iquitos o Río-Manaos.

2. Metodología

Se ha empleado el modelo de la Quintuple Hélice, desarrollado por Carayannis *et al.* (2012), como un marco conceptual para el estudio de la innovación abierta y su aplicación en el abordaje de los retos que enfrentan las sociedades actuales. Este modelo analiza el papel que juegan las cinco hélices de la sociedad: el sistema educativo, el sistema económico, la sociedad y los medios de comunicación, el sistema político y el medio ambiente, en el desarrollo de la innovación abierta. A través de este modelo se ha analizado el clúster amazónico de Ecuador.

- ✓ El sistema educativo, conformado por universidades y centros de investigación, es una de las hélices clave del modelo de la Quintuple Hélice. Las universidades tienen un papel fundamental en la formación de capital humano altamente capacitado, y en la generación de conocimiento y tecnología que pueden ser utilizados por las empresas y otros actores de la sociedad para desarrollar soluciones innovadoras a los problemas sociales.
- ✓ La hélice del sistema económico se refiere al sector empresarial y su contribución a la innovación y el desarrollo económico. Las empresas son un actor importante en la innovación abierta, ya que son ellas las que tienen la capacidad de invertir en investigación

y desarrollo para generar productos y servicios innovadores.

- ✓ La sociedad y los medios de comunicación también son una parte fundamental del modelo de la Quintuple Hélice. La sociedad es el destinatario final de las innovaciones y, como tal, es importante que las soluciones innovadoras desarrolladas sean adecuadas a las necesidades y demandas de la población. Los medios de comunicación son clave en la difusión de información y en la creación de conciencia acerca de los retos sociales que enfrentan las sociedades.
- ✓ El sistema político, formado por las administraciones públicas, es otra de las hélices analizadas en el modelo. Las políticas públicas y la regulación son importantes para fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico, y para garantizar que las soluciones innovadoras sean utilizadas en beneficio de la sociedad.
- ✓ Por último, el medio ambiente es la quinta hélice del modelo de la Quintuple Hélice. El desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente son fundamentales para el bienestar de la sociedad y para garantizar que las soluciones innovadoras no tengan impactos negativos en el medio ambiente.

Se parte del análisis de que la implicación de las cinco hélices en la misma perspectiva es necesaria para diseñar un intercambio de ideas multidisciplinares (FIGURA 1); es decir, una innovación real, para que se origine un catalizador del cambio capaz de dar respuesta a un reto social. En este sentido, el modelo de la Quintuple Hélice ofrece una perspectiva integral de la innovación abierta y la colaboración multidisciplinaria, que puede contribuir a abordar los retos sociales actuales de manera efectiva y sostenible.

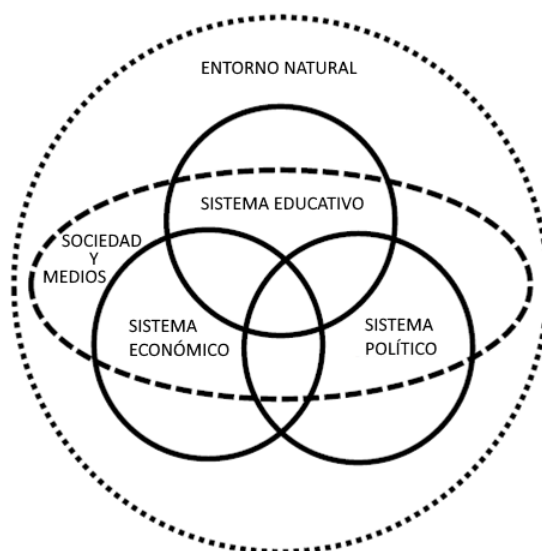


FIGURA 1. Modelo de la Quintuple Hélice. Fuente: Adaptación de la figura de Carayannis *et al.*, 2012. (CC BY-SA 2.0)

3. Resultados

3.1 Análisis comparado de las estrategias (intervención actual vs alternativa)

Este es un clúster único en Ecuador, y debido a la fragilidad de los recursos del territorio, se intenta aplicar el exitoso modelo de clúster de las Islas Galápagos. En el clúster de la Amazonía se pone en valor el alto potencial de los recursos turísticos de carácter natural y cultural, con especial interés en el componente selvático, aspecto que ejerce de elemento diferenciador. La combinación de recursos en el clúster de la Amazonía es la clave de su éxito. Si el clúster se centra únicamente en los recursos endógenos naturales y se olvida de los recursos culturales también propios entonces no estará desarrollando plenamente todo su potencial. Por otro lado, copiar otros modelos o estrategias de intervención en otros clústeres carece de sentido porque, no solo cuentan con recursos diferentes, sino que la realidad territorial, cultural, geográfica... es diferente. En consecuencia, la mejor opción es crear una estrategia propia y única.

Existe una importante presencia de patrimonio étnico y cultural. También buena inteligencia comunitaria y aceptación con relación a la actividad turística. Las comunidades indígenas son parte integrante del servicio turístico y tienen un rol principal al tener la posibilidad de implicarse

laboralmente en el desarrollo turístico, a través de oficios o de mercantilizar la cultura a través de la venta de artesanías y manifestaciones culturales propias. De esta manera, el clúster les ofrece la posibilidad de incrementar sus ganancias, mejorar su calidad de vida y revalorizar sus costumbres. La estrategia plantea generar ingresos a los nativos sin crear una dependencia del turismo. En el clúster se busca hacer partícipes a las comunidades indígenas, pero los operadores de la capital, Quito, se aprovechan del carácter difuso del clúster, la falta de cohesión y la gran diversidad entre la comunidad indígena. Se abaratan los recursos naturales y se mercantiliza, sin control, la cultura indígena. La actual estrategia del clúster puede acarrear discordias en el seno de las comunidades, generar pugnas por alcanzar mejores ingresos y más colaboraciones que otras comunidades indígenas.

Se están abandonando las obligaciones tradicionales de familia y de trabajo, hay cambios de hábitos alimentarios por descuido de cultivos y se adoptan patrones de consumo copiados de los visitantes. En este caso una estrategia alternativa sería la rotación de roles para evitar el abandono de las costumbres y las obligaciones tradicionales, y fomentar la igualdad de oportunidades para todos los miembros de la comunidad.

Los puntos de recepción de turistas en las Amazonía son pocos, por eso la mayoría de los servicios se contratan directamente en la capital. De esta manera, se centraliza el servicio y existe mayor competitividad en ofrecer servicios de calidad. El servicio turístico está centrado en un cliente exigente, con un alto poder adquisitivo, con inquietudes culturales y medioambientales, procedente de un contexto urbano y altamente desarrollado. Las dificultades de acceso a la Amazonía y las nuevas demandas turísticas hacen la necesidad de crear un producto turístico destinado a las élites. La estrategia actual niega el hecho de democratizar los recursos turísticos selváticos y lo justifica al pensar que aumentarán los riesgos para la naturaleza, para los habitantes locales y para los turistas mismos. La estrategia del clúster busca una cogestión del turismo con las comunidades indígenas y consolidar y generar *benchmarking* en toda el área. La implantación turística hace peligrar la cultura, el medio y la propia estrategia porque hay pocas posibilidades de incluir otro producto turístico en el futuro. Por eso, la estrategia respeta los criterios sostenibles y mantiene en una posición prioritaria de la presencia de ONGs que ejercen de control del medio y de las comunidades.

No cuenta con un polo de concentración de servicios propio. Es imprescindible establecer micro clústeres en una o varias puertas de entrada por ejemplo Tena. El territorio de la Amazonía es muy disperso y esto es un gran inconveniente para establecer políticas homogéneas en el territorio. Al existir una cadena de varios intermediarios en el producto turístico desde el turoperador internacional (principalmente estadounidense, francés e inglés), pasando por el mayorista nacional en la capital hasta las agencias minoristas del propio clúster, se produce un encarecimiento del producto y el clúster no consigue el desarrollo local deseado, y por consiguiente, se producen grandes fugas económicas del clúster.

La dificultad del clúster radica en ser difuso y no existir criterios establecidos, ni cohesión entre las diferentes comunidades indígenas. No existe una relación sólida y de confianza entre los operadores turísticos y las comunidades indígenas, por esta situación es difícil que el clúster sea efectivo y competitivo. No hay un producto de calidad al existir tantos intermediarios, los guías de ruta negocian

directamente con los locales que carecen de preparación y de formación científica o etnográfica. Muchos guías en ruta, los guías *low-cost* para la zona, no cuentan con los conocimientos necesarios y no están debidamente informados para ofrecer información sobre determinadas especies botánicas o sobre las tradiciones de los pueblos shuar y achuar.

Para solucionar problemas de las fugas económicas del clúster una alternativa efectiva sería aplicar una ecotasa que se abonase y se reinvirtiese exclusivamente en territorio del clúster. El crecimiento exponencial de la demanda urbana del consumo de recursos medioambientales *in situ*, hace necesaria la aplicación de una ecotasa (Marchena, 1995). El principal objetivo de la ecotasa de la Amazonía es proteger, preservar y recuperar el medio natural del volumen de turistas que atraviesan zonas con plantas endémicas. Con la ecotasa se podrían adecuar nuevos senderos más sostenibles e integrados en el ambiente, además de crear un centro de interpretación del patrimonio natural. Con la aplicación de la ecotasa en determinados meses se pretende romper con la estacionalidad y así regular el límite y el equilibrio propios, sin llegar a aplicar medidas más restrictivas relacionadas con la capacidad de carga (Jusmet *et al.*, 2004). El objetivo de la tasa tiene una doble dimensión. Por un lado, es un dispositivo de generación de ingresos económicos y por el otro, en un mecanismo de control medioambiental. Con su aplicación se produce indirectamente una valoración económica, social y cultural de las áreas protegidas, en la medida en que pone en evidencia su importancia medioambiental, su importancia social y los beneficios tangibles e intangibles. Muchos actores han calificado estos impuestos como 'el ocio en negocio' (Pulido, 2002).

Una intervención que se pasa por alto es la seguridad de los visitantes. Este clúster es tremendamente sensible a los cambios del entorno. Los secuestros en el pasado en el lago Agrio, Putumayo han dejado mala fama de la Amazonía (Marcos, 1999).

El clúster amazónico tiene ventajas competitivas respecto al resto de la Amazonia. La distancia es relativamente pequeña, a tan solo una hora en avioneta desde Quito o más de dos tercios del trayecto posibles por carretera. Los turistas, los

insumos, e incluso hasta la basura no biodegradable se puede trasladar en pequeños aviones. Los turistas se organizan en pequeños grupos 15-20 porque las condiciones de recorrer y guiar entre ríos y selva son complejas y se busca el mínimo impacto en el medioambiente.

La logística es uno de los principales problemas no resueltos en el clúster amazónico. Al tener la accesibilidad tan delimitada, el factor meteorológico es el que marca la pauta del servicio e imposibilita los itinerarios regulares en los vuelos. Esta incertidumbre hace peligrar el producto y, por lo tanto, los operadores turísticos se ven en la obligación de no poder ajustar los precios y tener en cuenta todas las eventualidades. Se busca la alternativa de ampliar y reforzar los diferentes tipos de acceso y crear una corriente direccional para poder movilizar más y mejor a los turistas no solo por avión, sino por ríos, ya que se puede realizar dos tercios del trayecto por carretera. La idea es no agravar situaciones de carga puntuales, y trabajar para romper la marcada estacionalidad. De esta manera se podría reducir los costes y aumentarían los incentivos para realizar el viaje al Amazonas. Otra alternativa para mejorar los accesos al clúster es trabajar con otros países para generar un macro clúster de la Amazonía. Por ejemplo, si un turista ingresase por Brasil, podría remontar el río hasta Ecuador, y así a la vez el turista que ingresa a Ecuador podría recorrer la región hasta salir por Colombia, Perú o Brasil. No obstante, se precisan de estudios más profundos sobre el transporte fluvial como elemento atractivo y rentable.

Existe la necesidad de dotar a Tena y Puyo de mayor relevancia para que se consolidaran como micro clústeres y que fueran capaces de canalizar la mayor parte de la recepción. Esta sería la alternativa a Quito que en la actualidad gestiona una gran mayoría del producto de la Amazonía ecuatoriana. El objetivo sería descentralizar el producto turístico y dotar de mayor autonomía al clúster. La falta de economías de escala es un tema aún no resuelto en la estrategia de intervención en el clúster y el motivo por el que la construcción, la promoción, los insumos y los accesos son tan costosos.

El enfoque de los micro clústeres turísticos se centra en la creación de oportunidades que potencialmente optimicen la distribución de los beneficios socioeconómicos importantes para la comunidad. Puede constituir un medio efectivo

para establecer una ventaja competitiva local en turismo, basada en los recursos existentes y la especialización (Sáez, 2009).

3.1.1 Diagnóstico situacional

3.1.1.1 Viabilidad económica

El plan turístico del Amazonas ecuatoriano ha realizado una clara definición y esencia del destino, y del producto turístico que ofrece, el cual denomina 'selvático experiencial'. El plan realiza una segmentación muy específica del público objetivo, gracias al Observatorio Turístico de Ecuador, donde destacan los turistas occidentales de mediana edad de alto poder adquisitivo y con conciencia medioambiental. Estos contratan los servicios del destino en los turoperadores de sus países de origen. El plan entiende el mercado, pero carece de algún protocolo para evaluar la calidad de la visita al destino. No contempla el *feedback* o la fidelización y rige su éxito en las comparativas del volumen de visitantes. No evalúa la satisfacción de los visitantes, ni la calidad del destino.

A través de la cadena de turoperadores extranjeros, mayoristas nacionales y minoristas locales se mantiene cierto orden y eficiencia empresarial en el destino turístico. La centralización de la comercialización y las campañas de marketing desde la capital, Quito, ayudan a una comunicación fluida con las comunidades indígenas del Amazonas ecuatoriano, que además están formalizadas en asociaciones que luchan por sus intereses. El destino turístico es especial y muy competitivo a nivel de accesos si se compara con el resto de destinos que ofrecen productos turísticos similares. La distancia es relativamente pequeña a tan solo una hora en avioneta desde Quito o más de dos tercios del trayecto por carretera y el resto por traslado fluvial por el río Napo. La competencia (otros destinos turísticos amazónicos) requiere de grandes distancias como por ejemplo Bogotá-Leticia, Lima-Iquitos o Río-Manaos. Existe un buen clima competitivo y comercial.

3.1.1.2 El atractivo turístico del destino

Está garantizado con las medidas que adopta, por ejemplo: las infraestructuras son *eco-lodges* y la basura no biodegradable se traslada en aviones. Las manifestaciones culturales de las comunidades indígenas de los pueblos *shuar* y

achuar no se mercantilizan. Sin embargo, la seguridad del destino se ha puesto en entredicho en el pasado con algunos secuestros. El destino es atractivo pero mejorable. La dependencia económica para desarrollar turísticamente este destino en Ecuador es una realidad, aunque no existe una cultura de subsidio. La Agencia de Desarrollo Local del Amazonas es la encargada de gestionar las subvenciones que fomenten e impulsen proyectos de desarrollo turístico en el destino.

3.1.1.3 Prosperidad local

La prosperidad económica del destino está puesta en entredicho con la cadena de intermediarios que existe. La mayoría de los productos turísticos que ofrece el destino se contratan en la capital, en Quito, que se aprovecha del carácter difuso del destino y la falta de cohesión y la diversidad de la comunidad indígena. El destino no ha logrado descentralizar la contratación del producto y dotarse de mayor autonomía empresarial. Las comunidades indígenas son parte integrante del servicio turístico y tienen un papel principal. No existe una rotación de los roles y se está fomentando el abandono de las costumbres y obligaciones tradicionales, y la desigualdad de oportunidades para todos los miembros de la comunidad. Además, ya hay cambios de hábitos alimentarios por descuido de cultivos y se adoptan patrones de consumo copiados de los visitantes. Las fugas económicas son una realidad y fomentan la teoría de círculos viciosos de Violier (2008) que argumenta que los destinos que son pobres lo son porque siempre lo fueron. La ausencia de economías de escala es uno de los obstáculos del destino que imposibilitan negociar con los proveedores para hacer el destino turístico más competitivo.

3.1.1.4 Mercado laboral de calidad

La marcada estacionalidad del destino es un obstáculo para mejorar la calidad laboral en el Amazonas ecuatoriano. Las oportunidades laborales, la formación y la creación de los puestos de trabajo vienen coordinadas por las agencias de desarrollo local del Amazonas ecuatoriano, las ONGs y las comunidades indígenas. Estas tienen en su plan de ruta la dinamización y empleabilidad local. Los salarios locales están acordados, pero sigue existiendo un intrusismo laboral que desvirtúa la calidad del mercado laboral del

Amazonas. Se exige el cumplimiento de las normativas laborales, pero no se controlan completamente. Las certificaciones y licencias de los *eco-lodges* del río Napo o de los responsables de traslados fluviales, las garantiza el gobierno ecuatoriano. Las comunidades indígenas reciben los pagos a través de las asociaciones de desarrollo local, que son las encargadas de la formación y la promoción local.

3.1.1.5 Equidad social

El destino amazónico adopta medidas directas para desarrollar oportunidades de ingresos para los colectivos más desfavorecidos. Por ejemplo, el destino ofrece productos diferentes de varias comunidades indígenas (los *quichuas*, *shuar*, *huaorani*, *zápara*, *achuar*, *shiwiar* y *andoa*) y además el destino debe trabajar con una asociación de mujeres de la Amazonía que busca, no solo representar los intereses económicos de estas, sino también perpetuar las tradiciones y dotarlas de voz y voto en las decisiones que les afecten directamente. La asociación se encarga de mantener vivos los trabajos artesanos que comercializan en los centros de recepción de visitantes. El destino utiliza medidas indirectas como donaciones a ONGs y fundaciones que trabajan en el destino, aunque no aplican ningún impuesto turístico a los visitantes.

3.1.1.6 Satisfacción de los visitantes

Por la peculiaridad geográfica del destino, junto con las infraestructuras y accesos, se restringe el mismo a todos los visitantes. No obstante, el destino de la experiencia selvática ofrece diferentes productos turísticos más económicos, simples y accesibles, como visitar el Parque Botánico de Las Orquídeas en Puyo, el Parque Real de las Aves Exóticas en Macas o el Centro Indígena Ñucanchi Allpa. El destino amazónico mantiene una cuidada política de higiene (trasladando la basura no biodegradable en aviones) y la seguridad es también una prioridad máxima del Gobierno de Ecuador. El destino no realiza ningún control de satisfacción de los visitantes ni de la calidad de la experiencia.

3.1.1.7 Control local

La comunidad indígena aún no tiene un peso lo suficientemente fuerte en la toma de decisiones en el destino, aunque mediante diferentes agentes se aseguran de reconocer a las

comunidades indígenas en los temas que afectan a la actividad turística. Los consensos en las asociaciones de indígenas se realizan de forma democrática y se trasladan a las asociaciones de desarrollo local, por lo tanto, el plan sí tiene en cuenta las posiciones específicas de los indígenas y comunidades tradicionales, aunque el control del territorio es muy superficial.

3.1.1.8 Bienestar comunitario

El plan de destino marca claramente y equilibra el volumen deseado de los grupos de turistas que fija entre 15-20 personas en un período de 4 a 5 días. Aunque no existe una medida de control como la capacidad de carga en el Amazonas, la demanda tan específica y el elevado coste de los paquetes turísticos del destino ejercen como elemento regulador y controlador. Para reducir la congestión y la estacionalidad, el plan cuenta con diferentes productos turísticos para otros perfiles de clientes. Además, las comunidades indígenas, junto con la Asociación de Desarrollo Local y las agencias de viaje locales, han acordado rotar los grupos de visitantes entre las diferentes comunidades para garantizar la equidad de la riqueza y distribuir mejor el volumen de visitantes en la temporada alta. El plan de destino contempla la planificación de las infraestructuras: los *eco-lodges*, el aeropuerto y los pequeños puertos en una escala integrista, sostenible, proporcional a la demanda y de uso compartido entre nativos y visitantes. El plan de destino incluye la obligación a los turoperadores y las agencias de que informen debidamente sobre el comportamiento esperado en contacto con las comunidades indígenas. Por ejemplo, prohíbe explícitamente pagar por ver demostraciones chamánicas o solicitar ingerir pócimas alucinógenas.

3.1.1.9 Riqueza cultural

A nivel cultural el plan contempla la protección de las manifestaciones culturales y las descontextualiza únicamente en los centros de recepción de visitantes. Por lo tanto, sí trabaja con los locales en la presentación adecuada de la cultura, aunque no contempla parte de los ingresos en la conservación de la misma.

3.1.1.10 Integración física

El plan de destino amazónico, mediante el límite y la forma construcción de alojamientos, que se controla con licencias específicas por parte de las

agencias de desarrollo local, asegura que el desarrollo turístico actual sea el apropiado porque no impide ni repercute en la conservación del paisaje selvático o de las especies endémicas. Es coherente con la demanda, la escala y el entorno, además contempla códigos éticos de conducta para los visitantes. Sin embargo, el plan no consigue minimizar el impacto físico de la actividad turística con el uso de los combustibles fósiles en los traslados en barco por el río Napo. El plan lucha con todos los agentes locales por mantener una alta calidad de los paisajes selváticos y naturales como reclamo turístico, pero el fuerte conflicto de intereses con el Gobierno ecuatoriano por la tala de bosques y explotación petrolera en algunas áreas del destino amazónico hacen que la integridad física del destino se cuestione.

3.1.1.11 Diversidad biológica

La esencia del plan del destino turístico es trabajar e integrar los productos turísticos con el Parque Nacional de Yasuní y la Reserva de Protección Faunística de Cuyabeno, que gozan de políticas de protección específicas por parte del Gobierno ecuatoriano. Por lo tanto, el destino favorece la conservación de los espacios naturales al revalorizarlos con la actividad turística, además cuenta con guías indígenas formados en las asociaciones que ayudan a hacer partícipes a los visitantes de la importancia de conservar la biodiversidad biológica del destino.

Se usa el turismo para concienciar prácticas de gestión sostenible, y los ingresos del turismo en el Amazonas ecuatoriano ayudan a los indígenas a llevar una vida más cómoda y digna con la posibilidad de tener acceso a medicinas, cuidados y educación. El destino no posee ningún plan para minimizar los daños del patrimonio natural, simplemente se distribuyen a los visitantes, pero no se establecen límites de visitantes por época o período. El plan sí incrementa la conciencia de los visitantes sobre la biodiversidad del destino gracias al trabajo de las agencias turísticas, a la contratación de guías locales indígenas y a los centros de interpretación. Igualmente, apoya el compromiso de conservación entre las empresas y los turistas con un binomio donde no tiene sentido el uno sin el otro, y defiende un contrato ético donde empresas y turistas se comprometen a apoyar la conservación local.

3.1.1.12 Eficiencia en el uso de recursos

El plan aún no ha limitado el crecimiento turístico que simplemente se equipara a la demanda actual. Tampoco se controla que los indígenas copien pautas de consumo foráneas. Los cultivos se han reubicado para garantizar que los *ecolodges* estén cerca de los ríos. Sí promueve la cultura de reducción, reutilización y reciclaje y los visitantes están muy concienciados, no tienen inconvenientes en ducharse con agua reciclada o en trasladar la basura no biodegradable en el avión de regreso.

3.1.1.13 Pureza del entorno natural

El plan no promueve el uso de transportes sostenibles. Las más importantes son las rutas por el río Napo que se realizan con embarcaciones con combustibles fósiles. También hay que añadir el trayecto en avión o en carretera desde Quito. El plan aún no puede controlar que los visitantes usen medios químicos para protegerse de los insectos, pero sí controlan que se viertan en los ríos jabones u otras sustancias perjudiciales para el entorno. Los indígenas están formados, o en proceso, para encargarse de reciclar todo lo que se consuma durante la estancia de los visitantes.

3.2 Intervención de agentes locales

Lo más importante para establecer una relación de agentes locales a intervenir en el clúster es establecer los límites, las responsabilidades y, por supuesto, las competencias. Todos los agentes locales persiguen consolidar y desarrollar el clúster de la Amazonía, y la unión de sinergias es la única manera de llevar cabo dicho propósito. A continuación, se muestran los principales agentes locales que deben intervenir en el clúster (FIGURA 2).

3.2.1 El Gobierno Nacional de Ecuador

Aunque no es un agente local, existe la necesidad de dar un redireccionar a los agentes locales para que trabajen de forma coordinada y cohesionada en los planes de competitividad del clúster turístico de la Amazonía. La realidad actual pone de manifiesto un descontrol, y eso se traduce en un resultado negativo para el producto turístico del clúster.

3.2.2. La(s) agencia(s) de Desarrollo Local

La(s) agencia(s) de Desarrollo Local del Amazonas tiene(n) que coordinar todos los

proyectos turísticos como no turísticos que se desarrollen en el territorio; para ello, el Gobierno de Ecuador tiene que dotarlas de mayor nivel de competencia y financiación. Para garantizar el desarrollo local del clúster la agencia tiene que empezar a liderar y marcar la pauta de los proyectos y, a su vez, coordinar todas las políticas locales. La agencia debe intervenir de forma activa y es su deber sensibilizar a los empresarios, inversores y visitantes de las condiciones necesarias para que el clúster funcione. Es la responsable de crear un órgano recaudador de la ecotasa de la Amazonía y de utilizar parte de los beneficios de esta en:

- ✓ Desarrollar una cultura de sensibilización hacia el turismo sostenible.
 - ✓ Acabar con la estacionalidad. Si la ecotasa ayuda a mitigar los efectos negativos de la estacionalidad se abandonaría la idea de imponer restricciones de visitantes en el futuro.
 - ✓ Incentivar el desarrollo y dinamizar la economía local.
 - ✓ Revalorización de los recursos naturales y culturales.
 - ✓ Recuperación y repoblación de especies endémicas
 - ✓ Creación de un fondo específico destinado a medidas para impulsar el turismo sostenible.
 - ✓ Creación y mantenimiento de un centro de interpretación.
 - ✓ Mejorar la calidad del empleo. Creación de talleres y cursos de formación turística a fin de capacitar a la población local para realizar nuevos trabajos como guías turísticos.
 - ✓ Al impulso de proyectos de investigación científica, biológica, de desarrollo e innovación con fines medioambientales y para luchar contra el cambio climático. A la creación de una partida del fondo destinada a becas de investigación a biólogos y científicos.

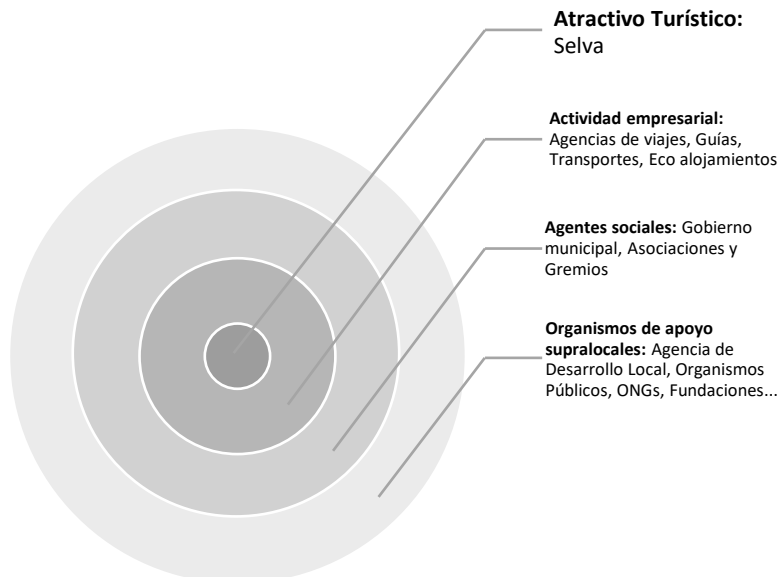


FIGURA 2. Anillos concéntricos del clúster. Fuente: los autores

3.2.3 Las agencias de viaje

Las agencias de viaje limítrofes al clúster son las mayores responsables del desarrollo local de la Amazonía, aunque mantengan relaciones empresariales con otras agencias más importantes de la capital, las agencias locales del microclúster de Tena y Puyo deben ejercer mayor presión para proteger sus intereses. Las agencias de viaje locales son indispensables para resolver, por ejemplo, eventualidades, para ofrecer mejor información al visitante y para generar empleo e ingresos en el área del clúster.

3.2.4 Una asociación de alojamiento selvático (*ecolodges*)

Aunque en el país existen asociaciones de alojamiento específicas como en el litoral o en las montañas, no existe ninguna asociación de alojamientos sostenibles para este clúster. Las comunidades indígenas podrían de esta manera compartir conocimientos y gastos de proveedores, y solventar en conjunto todos los obstáculos que implica construir equipamientos en la selva.

3.2.5 Una asociación de guías turísticos

Aun cuando en la actualidad no exista una asociación de guías turísticos propia del clúster, sería necesaria e imprescindible para garantizar la prosperidad y la diversificación económica de las comunidades indígenas. Los indígenas son los mayores conocedores de la zona, y por ello el producto sería más completo y competitivo con el resto de los clústeres si se garantizase que los guías de ruta contratan a guías indígenas. La propia asociación de guías turísticos podría formar a los guías indígenas y garantizar una rotación en los puestos, y un trato equitativo a todas las comunidades.

3.2.6 Las empresas de transporte fluvial

Dentro de la Amazonía los traslados se realizan en barcas recreativas y embarcaciones de pasajeros. La asociación de desarrollo local debe dotar de los permisos y certificaciones necesarias a las empresas de transporte fluvial. Respetando las leyes de seguridad se está garantizando la continuidad del clúster. Igualmente se podría aplicar a empresas de transporte terrestre y aéreo.

3.2.7 Una asociación medio ambiental

Crear una asociación medio ambiental propia de la selva para velar por el cumplimiento de los criterios del desarrollo local sostenible en la dimensión, económica, ambiental y sociocultural.

3.2.8 Las ONGs

Deben intervenir como puente de comunicación directo entre las necesidades e inquietudes de las comunidades indígenas y las administraciones locales simplemente.

3.2.9 Una asociación turística del macroclúster Amazonas

Es necesario crear una asociación internacional que sirva para representar los intereses del Amazonas en el continente americano. Las ventajas de crear un flujo de viajeros entre los diferentes países que conforman el Amazonas dinamizaría una actividad turística rentable y ayudaría a cubrir y mitigar derechos y necesidades de las comunidades indígenas hasta ahora representados muy superficialmente.

3.3 Colectivos emprendedores y particularidades del emprendimiento local

Entre los principales colectivos emprendedores se pueden destacar los siguientes:

3.3.1 Comunidades indígenas

El pueblo *achuar* (Pastaza), el *quichua* amazónico (Orellana) o el *shuar* (Napo) son las comunidades indígenas principales en el clúster amazónico. Al ser los principales moradores de las tierras de la selva es necesario que tengan cierta relevancia en las actividades emprendedoras porque serán, en última instancia, los beneficiados y los perjudicados de las actividades en su territorio.

3.3.2 Indígenas retornados

En los años 80 y 90, tras la explotación petrolera y la tala indiscriminada, muchos indígenas emigraron a los núcleos urbanos y con los años desarrollaron negocios propios vinculados al clúster como remedios curativos, recetas gastronómicas, artesanías...varias décadas después y tras la nueva puesta en valor del territorio, tienen la oportunidad

de emprender estos nuevos oficios y diversificar la oferta de los actuales en su origen, en el clúster amazónico.

3.3.3 Comerciantes de zonas limítrofes

Los comerciantes de Tena, Puyo, Macas, Francisco de Orellana y Nueva Loja son los principales accesos terrestres al interior de la selva amazónica ecuatoriana. Su posición estratégica, en la periferia del clúster, les brinda la oportunidad de emprender negocios relacionados con el clúster como servicios turísticos (agencias de viajes), hospedajes de paso, restaurantes...; ser la puerta de entrada y de salida les beneficia enormemente para emprender nuevos nichos de mercado, satisfacer necesidades insatisfechas de la demanda o desarrollar nuevas oportunidades empresariales.

3.3.4 Asociación de mujeres de la amazonía

Aunque en la actualidad existen matriarcados y sociedades dirigidas por mujeres como: el pueblo *mosuo* en Yunnan y Sichuan (China), el pueblo *minangkabau* en Sumatra (Indonesia) o el pueblo *akan* (Ghana), en el Amazonas la relevancia empresarial de las mujeres es limitada. Se hace necesario una consitución como grupo y formar a las nuevas generaciones, al dedicarse a mantener labores vivas a través de trabajos artesanos que podrían comercializar en los centros de recepción de visitantes.

3.3.5 ONGs y fundaciones ecologistas

El producto turístico debe diferenciarse en el clúster a través de certificaciones especiales para evitar la competencia desleal y el intrusismo profesional. Las ONGs y las fundaciones deben emprender proyectos turísticos ecológicos de ayuda comunitaria. La diferenciación en el mercado turístico del clúster es lo que les debería posicionar una ventaja competitiva hacia un perfil turístico determinado. Las ONGs y fundaciones ecologistas deben emprender para demostrar que un producto turístico sustentable y ecológico es también rentable económicamente.

3.4 Formatos de explotación turística

En la actualidad, como se comentaba, la mayoría de los paquetes turísticos se contratan en la capital Quito e incluyen un traslado aéreo Quito-Orellana. Una vez en Orellana el guía de ruta contacta con los responsables de los alojamientos en los alrededores del río Napo, se realizan algunas caminatas, con o sin guía local, un paseo en canoa y visitan la reserva faunística de Cuyabeno o el Parque Nacional Yasuni. El último día se dedica al traslado Orellana-Quito.

En consecuencia, existe un paquete turístico muy básico, de poco tiempo y con poco contacto étnico. Tras el análisis de las dimensiones con el modelo de las quintuple hélice de Carayannis *et al.*, (2012) y después de haber analizado detalladamente toda la situación del clúster amazónico de Ecuador, se presenta un formato nuevo o alternativo de explotación de todos los recursos endógenos del clúster. Se propone dos paquetes turísticos uno por cada microclúster (en la actualidad aún no definidos como microclústeres) que se

pueden combinar y contratar en las ciudades amazónicas de Tena o Puyo. Los dos paquetes turísticos incluyen rutas guiadas para conocer y disfrutar del entorno natural, y las manifestaciones culturales (FIGURA 3).

Por un lado, el microclúster 1 está dirigido a un público con inquietudes, pero que busca ciertas comodidades y posiblemente viaje con hijos menores. Por el otro, el microclúster 2 está dirigido a un público que busca un choque cultural y natural importante, con un poder adquisitivo alto, que sacrifica el elemento de la comodidad y que viaja sin cargas familiares.

Ambos buscan una combinación de recursos naturales, actividades y el contacto con manifestaciones culturales y representan el equilibrio perfecto de la nueva tendencia turística en el mercado llamada 'turismo experiencial'. La diferenciación, la calidad y la variedad en el competitivo mercado turístico son algunos de los elementos para alcanzar el éxito.

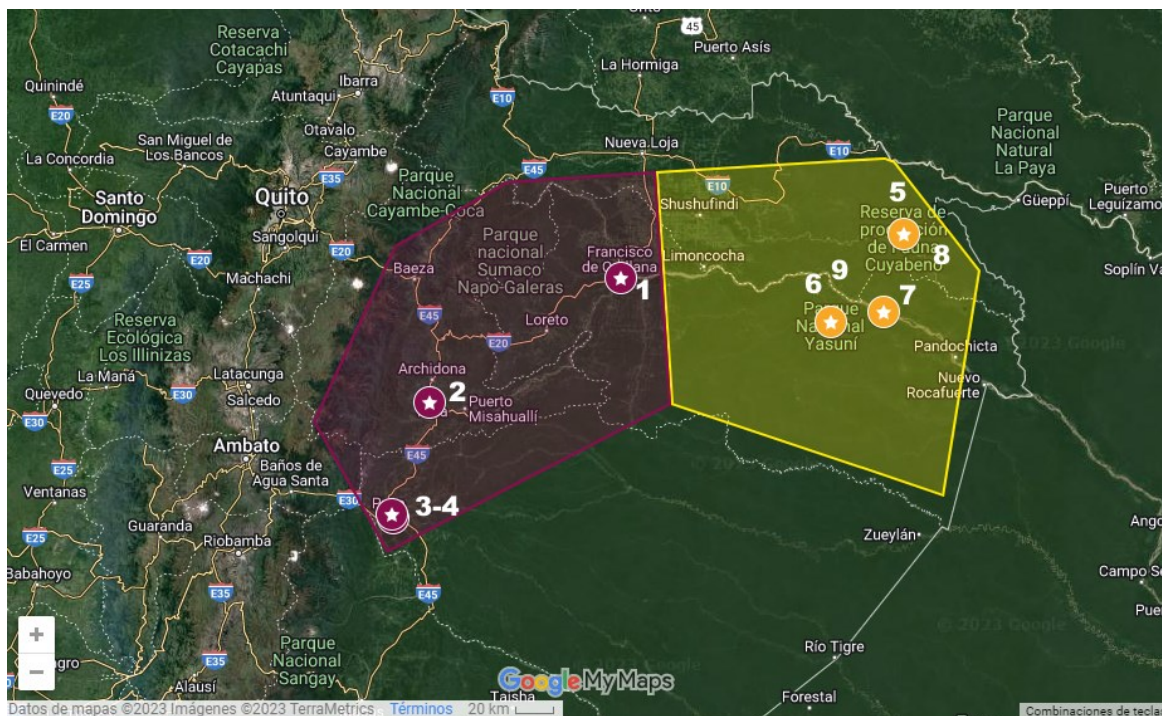


FIGURA 3. Representación de los microclústeres amazónicos de Ecuador. Fuente: los autores
 Leyenda: (1) Aeropuerto Francisco de Orellana, (2) Centro Indígena Ñucanchi Allpa, (3) Parque Real de Aves Exóticas (aviario), (4) Parque Botánico "Las Orquídeas" (Puyo), (5) Reserva Faunística Cuyabeno, (6) Parque Nacional Yasuni, (7) Río Napo, (8) Centro de Interpretación Parque Cuyabeno y (9) Expediciones científicas

3.4.1 Microclúster 1: Puyo-Tena-Francisco de Orellana

- ✓ Paseo turístico de los ríos Pambay y Puyo: no solo se puede apreciar el paisaje, sino que existen zonas de baño conocidas como el balneario popular.
- ✓ El Parque Botánico 'Las Orquídeas' en Puyo: una forma de conocer la riqueza natural a través de las especies endémicas. Este parque destaca por tener 300 especies de orquídeas y decenas de especies de heliconias.
- ✓ El Parque Real de Aves Exóticas en Macas: este parque alberga centenas de aves de todo el mundo destacando las aves autóctonas, como tucanes, guacamayos y loros.
- ✓ El Centro Indígena Ñucanchi Allpa: este centro está formado por comunidades indígenas como *quichua*, *shuar*, *huaorani*, *zápara*, *achuar*, *shiwiar* y *andoa*. Aquí se puede conocer más y mejor sobre las peculiaridades de las etnias. Apreciar todo el trabajo de artesanía, degustar comidas típicas, observar bailes autóctonos e incluso rituales shamánicos.

3.4.2 Microclúster 2: Cuyabenco-Yasuní

- ✓ La Reserva Faunística de Cuyabenco: el bosque primario más diverso del mundo.
- ✓ Observación de aves en el bosque primario (494 especies de aves).
- ✓ Observación de reptiles, peces e insectos (474 especies de reptiles).
- ✓ Observación de plantas endémicas (246 especies por hectárea).
- ✓ Senderismo guiado hacia lagunas y cascadas: la laguna Garzacochoa (río Yasuní) o la laguna Jatúncocha (por Nuevo Rocafuerte).
- ✓ Contacto guiado con los indígenas de Cuyabenco: principalmente el pueblo *sionasecoyas*, *cofanés*, *quichuas* y *shuaras*. Se ofrece demostración de bailes autóctonos, costumbres, tradiciones, demostración de curaciones y ceremonias shamánicas, coloquios, etc.
- ✓ Transporte, paseos recreativos y pesca en el río Napo: los botes recorren zonas peculiares del río Napo donde se aprecian caídas de agua, pájaros autóctonos como tucanes y reptiles como anacondas.

- ✓ El Parque Nacional Yasuní: observación de las características propias del bosque húmedo y del ecosistema selvático. Por ejemplo: la vegetación, las plantas acuáticas...
- ✓ El Centro de Interpretación del Parque Yasuní donde se muestra los avances en la investigación científica.
- ✓ Excursiones científicas.
- ✓ Alojamientos en *lodges* ecológicos en el río Aguarico y Yuturi.

4. Conclusiones

Una de las metas principales del estudio consistió en aplicar el enfoque de la Quíntuple Hélice de Carayannis *et al.*, (2012) como instrumento de análisis y modelo de innovación abierta. Este modelo posibilita una visión innovadora para enfrentar el desafío de fomentar y aprovechar plenamente las habilidades internas de una localidad o grupo social, con el fin de establecer dicha sociedad y renovar la economía desde sus cimientos, hacia el exterior. La Quíntuple Hélice es un modelo conceptual que incorpora cinco actores clave en la promoción del desarrollo regional y de la innovación abierta: gobierno, academia, industria, sociedad civil y medio ambiente. Esta perspectiva holística, reconoce la importancia de la colaboración intersectorial y la participación de todos los actores en el proceso de innovación.

La aplicación de este modelo permitió examinar de forma detallada el potencial innovador y la capacidad de dicha región, a través de una metodología colaborativa y abierta, que promueve el intercambio de conocimientos, habilidades y recursos entre los distintos actores.

La oferta turística del clúster y de los dos microclústeres propuestos está vinculada a paquetes turísticos de ecoturismo en la selva. La búsqueda actual de nuevas formas vírgenes de vida en entornos prístinos hace que la Amazonía ecuatoriana sea el horizonte y el referente turístico del futuro. El éxito y la competitividad del producto dependerá de la calidad y la capacidad de poderlo posicionar en el mercado turístico 'experiencial'. El reto y desafío del clúster es crecer y poder formar un macroclúster amazónico con los países del entorno. Los tratados de paz con el Perú (el Acta de Brasilia), abren la puerta a nuevas

negociaciones de nuevos productos turísticos que beneficien a todos (Jiménez, 1998).

Para fomentar un clima de emprendimiento en el clúster amazónico, las comunidades indígenas y las administraciones locales tienen que comprender que emprender es un motor de dinamización y de impulso del crecimiento de la economía. Las iniciativas de las comunidades

indígenas son básicas para el desarrollo y la evolución empresarial, y ello repercute enormemente en la calidad de vida de todos los ciudadanos. Los proyectos de emprendimiento en el clúster amazónico tienen que entenderse como una manera de cohesionar y consolidar el crecimiento de la economía y el bienestar social.

5. Referencias citadas

- Caiza, R. & E. Molina. 2012. "Análisis histórico de la evolución del turismo en territorio ecuatoriano". *RICIT: Revista Turismo, Desarrollo y Buen Vivir*, (4): 6-24.
- CAMPBELL, D. F.; CARAYANNIS, E. G. & S. S. REHMAN. 2015. "Quadruple helix structures of quality of democracy in innovation systems: the USA, OECD countries, and EU member countries in global comparison". *Journal of the Knowledge Economy*, 6: 467-493.
- CARAYANNIS, E. G.; BARTH, T. D. & D. F. CAMPBELL. 2012. "The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation". *Journal of innovation and entrepreneurship*, 1: 1-12.
- CARAYANNIS, E. G. & D. F. CAMPBELL. 2014. "Developed democracies versus emerging autocracies: arts, democracy, and innovation in Quadruple Helix innovation systems". *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 3(1): 1-23.
- CASARAMONA, A.; SAPIA, A. & A. SORACI. 2015. "How TOI and the quadruple and quintuple helix innovation system can support the development of a new model of international cooperation". *Journal of the Knowledge Economy*, 6(3): 505-521.
- GALVAO, A.; MASCARENHAS, C.; MARQUES, C.; FERREIRA, J. & V. RATTEN. 2019. "Triple helix and its evolution: a systematic literature review". *Journal of Science and Technology Policy Management*, 10(3): 812-833.
- JUSMET, J. R.; VENTOSA, I. P. y M. HERCOWITZ. 2004. "La propuesta de impuesto turístico (Ecotasa) para Lanzarote". *Revista de estudios regionales*, (70): 203-221.
- JIMÉNEZ, C. 1998. *Los presidentes de Perú y Ecuador firman la paz en Brasilia y delimitan su frontera. El País* (27 de octubre). [Consulta: febrero, 2023]. Disponible en: http://elpais.com/diario/1998/10/27/internacional/909442811_850215.html
- LISOCKA-JAEGERMANN, B.; MAKOWSKI, J. & M. SKOCZEK. 1998. "Tourism and the local economy in Ecuador". *Miscellanea Geographica*, 8(1): 197-212.
- MARCHENA GÓMEZ, M. 1995. Ideas para la regulación del ocio en los espacios naturales protegidos. In *Propiedad, actividad agraria y medio ambiente en España y América Latina: Actas del VII Coloquio de Geografía Rural: ponencias y excursiones* (pp. 83-107). Servicio de Publicaciones.
- MARCOS, P. 1999. *Secuestrados tres españoles de la misma familia en la frontera entre Ecuador y Colombia*. [artículo en línea]. *El País* (13 de septiembre). Disponible en: http://elpais.com/diario/1999/09/13/internacional/937173607_850215.html. [Consulta: febrero, 2023].

- PULIDO FERNÁNDEZ, J. I. 2002. La importancia del uso público en la planificación y gestión sostenible del ecoturismo en los espacios naturales protegidos". *Comunicación presentada a la Cumbre Mundial del Ecoturismo. Quebec*. Disponible en:
<http://www.worldtourism.rg/sustainable/IYE/quebec/cd/statmnts/pdfs/puesps.PDF>.
- SÁEZ CALA, A. 2009. "Los micro-clusters turísticos:¿una herramienta para el desarrollo turístico en zonas rurales deprimidas?" *Semestre económico*, 12(SPE24): 57-68.
- SCHWAB, K. & S. ZAHIDI. 2020. *Global competitiveness report: special edition 2020*. World Economic Forum.
- SMITH, R. 2010. Manual de ecoturismo para la Amazonía ecuatoriana. Disponible en:
https://digitalrepository.unm.edu/abya_yala/303.
- VERGARA, P. 2004. "Es posible el desarrollo endógeno en territorios pobres y socialmente desiguales". *Ciencias Sociales Online*, 1(1): 37-52.
- VIOLIER, P. 2008. *Tourisme et développement local*. Colección Belin sup - Tourisme. Francia.

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Málaga, España; febrero, 2023

El estudio de la segregación socioespacial urbana en España:

Análisis bibliométrico, 1981-2022

O estudo da segregação socioespacial urbana no Espanha:
Uma análise bibliométrica, 1981-2022

The study of urban socio-spatial segregation in Spain:
A bibliometric analysis, 1981-2022

Igor Martins Medeiros Robaina, Gonzalo Andrés López y Carlos Hugo Soria Cáceres

Universidad Burgos, Facultad de Humanidades y Educación
Departamento de Historia, Geografía y Comunicación
Burgos, España
imartins@ubu.es; gandres@ubu.es; chsoria@ubu.es

Medeiros: <https://orcid.org/0000-0002-2188-5245>
López: <https://orcid.org/0000-0001-9377-8695>
Soria: <https://orcid.org/0000-0003-1642-3457>

Resumen

La producción científica de los diversos procesos urbanos vigentes ha experimentado un notable aumento en las últimas décadas. Numerosas investigaciones han abordado el análisis de fenómenos como la segregación socioespacial urbana, tanto a escala internacional como nacional. El presente estudio se ha centrado en examinar de manera particular el enfoque adoptado en España para el estudio de esta problemática, prestando atención a aspectos como la distribución geográfica de las investigaciones y la producción científica según instituciones e investigadores. El enfoque metodológico combina tanto enfoques cuantitativos como cualitativos, teniendo en cuenta los diferentes métodos de estudio utilizados para abordar esta temática, así como los procedimientos y el marco temporal de cada uno de ellos. Con el objetivo de alcanzar esta meta, se llevó a cabo una selección de fuentes bibliográficas clasificadas, y se realiza un tratamiento estadístico y cualitativo como una primera aproximación a los resultados obtenidos en distintas categorías, indicadores y variables.

PALABRAS CLAVE: segregación socioespacial; desigualdad, diferenciación socioespacial; Geografía Urbana

Resumo

A produção científica sobre os diversos processos urbanos em vigor teve um aumento notável nas últimas décadas. Inúmeros estudos abordaram a análise de fenômenos como a segregação socioespacial urbana, tanto em nível internacional quanto nacional. Este estudo se concentrou em examinar, em particular, a abordagem adotada na Espanha para o estudo desse problema, prestando atenção a aspectos como a distribuição geográfica da pesquisa e da produção científica de acordo com as instituições e os pesquisadores. O enfoque metodológico combina abordagens quantitativas e qualitativas, levando em conta os diferentes métodos de estudo usados para tratar dessa questão, bem como os procedimentos e o período de tempo de cada um deles. Para atingir esse objetivo, foi realizada uma seleção de fontes bibliográficas classificadas, e um tratamento estatístico e qualitativo é realizado como uma primeira aproximação aos resultados obtidos em diferentes categorias, indicadores e variáveis.

PALAVRAS-CHAVE: segregação socioespacial; desigualdade; diferenciação socioespacial; Geografia Urbana.

Abstract

Scientific production in relation to the various urban processes in force has experienced a remarkable increase in recent decades. Numerous research studies have addressed the analysis of phenomena such as urban socio-spatial segregation, both internationally and nationally. This study focuses on examining in particular the approach taken in Spain to the study of this problem, paying attention to aspects such as the geographical distribution of research and scientific production according to institutions and researchers. The methodological approach adopted combines both quantitative and qualitative approaches, taking into account the different study methods used to address this issue, as well as the procedures and time frame of each of them. In order to achieve this goal, a selection of classified bibliographic sources is carried out, and a statistical and qualitative treatment is carried out as a first approximation to the results obtained in the different categories, indicators and variables.

KEYWORDS: sociospatial segregation; inequality; sociospatial differentiation; Urban Geography.

1. Introducción

La segregación socioespacial es un tema de gran importancia en las ciencias humanas y sociales, cada vez más presente en diversas dinámicas urbanas alrededor del mundo. Aunque esta temática está influenciada por factores políticos, emocionales y otros conflictos, ha captado la atención de la investigación geográfica sobre el espacio urbano en las últimas décadas (Wong, 2009; Vaughan y Arbaci, 2011; Arbaci, 2019). Los procesos de diferenciación socioespacial son fundamentales para el conocimiento geográfico (Correa, 2022), y la Geografía permite observar cómo opera la segregación a través de lógicas multiescalares, estructuradas en la organización interna de la ciudad y la dinámica de la red urbana. Estas geografías se construyen a partir de múltiples aspectos y dimensiones (Harris, 2011), centrándose en las numerosas diferencias que se manifiestan dentro de las ciudades, como niveles de ingresos, edad, origen, migración, religión, educación o género, entre otros. El análisis de estos datos es un punto de partida para establecer tendencias y patrones espaciales en relación con los barrios, áreas o sectores de la ciudad y su población.

La literatura académica internacional ha intentado sistematizar este fenómeno, con destacados esfuerzos en América del Norte (Ariza y Solís, 2009; Roberts, & Wilson, 2009; Walks y Bourne, 2006), América Latina (Sabatini, 2003; Feitosa *et al.*, 2012), África (Christopher, 2001; Muhammad *et al.*, 2015), Asia (Lin y Gaubatz, 2017; Fielding, 2004) y Oceanía (Johnston *et al.*, 2011; Randolph, 2020). En Europa, también se han realizado contribuciones sobre la segregación urbana a nivel continental y en subregiones específicas (Maloutas, 2004; Musterd y Ostendorf, 2013; Tammaru *et al.*, 2015; Nel.lo, 2021). Asimismo, se han llevado a cabo estudios de caso sobre capitales y ciudades importantes, reconociendo la complejidad de la configuración urbana europea debido a las rápidas y profundas transformaciones ocurridas en los últimos cincuenta años (Artero y Chiodelli, 2020; Haandrikman *et al.*, 2021). En el caso de España, diversos investigadores han mostrado preocupación por este tema en los últimos años (Sorando y Leal, 2019; Sorando, 2022; Nel.lo, 2018, Nel.lo 2021; Porcel y Alonso, 2020 y 2021;

Rubiales, 2020; Bayona y Ajenjo, 2018; Bayona *et al.*, 2013).

Teniendo en cuenta la importancia de los estudios sobre segregación urbana y la necesidad de acortar el tiempo y el espacio en las investigaciones, este artículo tiene como objetivo analizar la literatura académica española centrada específicamente en la segregación socioespacial urbana. Para ello, se utilizará un enfoque bibliométrico a partir de una selección *ad hoc* de publicaciones científicas sobre el tema, aprovechando el acceso libre que brindan los repositorios y plataformas digitales en Internet. Durante las últimas décadas, el crecimiento de la producción científica, su indexación en bases de datos y buscadores automatizados, y la posibilidad de acceder a la información de forma remota han impulsado el uso de técnicas como la bibliometría, que resulta especialmente útil para medir los resultados cuantitativos de la actividad científica (Van Raan, 1997; Sancho, 1990). Los análisis bibliométricos se basan en el análisis estadístico de datos cuantitativos proyectados sobre el estudio de documentos científicos, incluyendo su estructura y la información que contienen (Clausó, 1993).

Esta herramienta resulta interesante para cuantificar, clasificar y caracterizar el conocimiento sobre una temática específica, y permite determinar la situación de las materias analizadas en diferentes disciplinas, la actividad de las áreas de conocimiento, los aspectos relacionados con la producción científica, la distribución de los estudios y su caracterización temática. El análisis bibliométrico es un indicador sólido de la actividad investigadora en un campo de estudio determinado (Izeta, 2008; Gómez *et al.*, 2014; Lewis, 2020). Además de facilitar la obtención y gestión de una gran cantidad de información, este análisis permite analizar tendencias, patrones y comportamientos en la disciplina científica que se somete a estudio (Araújo, 2006). En España, los estudios bibliométricos también han tenido un gran impacto en diversas disciplinas científicas (Sancho, 1990; Bordons y Zulueta, 1999; Velasco *et al.*, 2012). En el campo de la Geografía, se han realizado numerosas contribuciones en las últimas dos décadas abordando esta temática (Capel *et*

al., 2001; Piñeiro y Lois, 2018; Ródenas *et al.*, 2021; Ortiz y Baylina, 2021).

Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo analizar y comprender cómo la comunidad científica española ha abordado el fenómeno de la segregación urbana desde diferentes enfoques y perspectivas. El objetivo principal fue conocer su relevancia en las Ciencias Humanas y Sociales de España a través del análisis de artículos y autores, así como identificar las principales temáticas de investigación en el campo de la segregación espacial y geográfica.

2. Metodología

El análisis se realizó mediante la elaboración de una base de datos para analizar el corpus bibliográfico construido a partir de criterios previamente establecidos que recogen aspectos característicos de la segregación socioespacial en función de las fuentes bibliográficas consultadas. La selección se llevó a cabo entre noviembre y diciembre de 2022, tras establecer previamente los condicionantes y criterios para obtener referencias bibliográficas relevantes sobre la segregación socioespacial, acorde a las hipótesis planteadas y los objetivos establecidos. Dado el gran volumen de datos y publicaciones que se obtienen en una búsqueda estándar en Internet, se acotó la pesquisa con el fin de obtener un número suficientemente amplio para realizar un análisis bibliométrico, evitando la inclusión de publicaciones descontextualizadas.

Específicamente, se seleccionaron textos escritos en lengua española que abordaran principalmente la segregación socioespacial urbana. La búsqueda se limitó a publicaciones disponibles en sistemas abiertos, digitales y de acceso libre en los repositorios de *Google Scholar*, *Dialnet* y *Latindex*. Además, se establecieron palabras clave que debían aparecer en el título o resumen del texto. La combinación del término "segregación" con palabras o expresiones similares como "urbana", "ciudad", "espacial", "geográfica", "territorial" y "regional", unidas por el conector "AND", permitió realizar esta primera aproximación. Sin embargo, debido al gran número de publicaciones obtenidas en cada buscador, fue necesario realizar una selección y filtrado temático, descartando aquellas obras que carecían de contenido empírico o que no se centraban en un ámbito territorial específico en el caso de España (barrio, sector, ciudad, región,

provincia o país completo). Se excluyeron investigaciones puramente descriptivas, ensayísticas o filosóficas, así como aquellas ubicadas fuera de España. Además, para la selección final de la muestra, se descartaron publicaciones que no fueran artículos científicos en las plataformas mencionadas anteriormente.

En este sentido, se excluyeron actas de congresos debido a la dificultad en muchos casos para acceder a ellas, ya que algunas asociaciones o grupos de trabajo mantienen sus sitios web actualizados con los anales de congresos activos, mientras que otros están deshabilitados y, por lo tanto, no se pueden analizar. Es importante tener en cuenta que muchos trabajos presentados en eventos científicos posteriormente se convierten en publicaciones de revistas científicas, modificando su contenido significativamente para evitar la duplicación en una misma publicación. Aunque inicialmente no se estableció una restricción temporal en la búsqueda, la disponibilidad de fuentes de acceso abierto se limitó a partir de 1981, como se detallará en el siguiente apartado.

Como resultado de los criterios de búsqueda, selección y filtrado mencionados, se identificaron 95 publicaciones que sirvieron de base para el análisis bibliométrico. El proceso de obtención y filtrado de los resultados conseguidos se ha llevado a cabo siguiendo una serie de etapas, que se describen a continuación. En primer lugar, se ha abordado la fundamentación teórica con el propósito de responder a una interrogante fundamental: ¿qué se entiende por segregación espacial y geográfica? Para ello, se ha realizado una exhaustiva revisión, sistematización y análisis de las definiciones y conceptualizaciones relacionadas con este tema, tanto en la literatura académica a escala nacional como internacional. En segundo lugar, se establecieron los criterios metodológicos que se ajustan a la siguiente pregunta: ¿cuáles son los aspectos que deben ser seleccionados para acometer el análisis? En esta etapa, se ha llevado a cabo la definición de las fuentes de información, así como la identificación de los temas centrales a partir de los títulos, palabras clave y resúmenes recopilados en cada obra. Del mismo modo, se ha visualizado el ámbito espacial y territorial en España, junto con los diferentes tipos de publicaciones relevantes para el estudio. La tercera etapa ha consistido en la descarga de documentos, la organización de

una base de datos y la elaboración de representaciones gráficas.

Para ello, se descargaron todas las publicaciones seleccionadas como objeto de estudio, almacenándolas en carpetas individuales. Además, se generó una plantilla mediante la selección de diversas variables. La información recopilada ha sido procesada estadísticamente con la posterior representación visual de los datos obtenidos. Por último, en la cuarta etapa se ha realizado el análisis de los resultados, con el objetivo de responder a la hipótesis fundamental de la investigación: ¿cuáles son las características y tendencias de la segregación espacial y geográfica en España durante el periodo analizado? Para alcanzar dicho objetivo, se han establecido correlaciones entre los datos, buscando patrones y tendencias que permitan responder a la pregunta planteada. Asimismo, se han sugerido posibles investigaciones futuras que contribuyan a profundizar en el fenómeno y a comprenderlo de manera más exhaustiva. En relación con las dificultades encontradas al plantear la metodología y obtener los resultados, así como la disponibilidad de recursos, existen condicionantes relacionados principalmente con la dificultad de acotar la temática en sí.

Según la bibliografía consultada, la noción de segregación es extremadamente variada, posee un carácter polisémico y a menudo está asociada con asuntos que no guardan una relación directa con el espacio o la dimensión geográfica. Por ejemplo, la búsqueda arrojó numerosos resultados relacionados con la segregación laboral, los cuales fueron excluidos de este análisis al no poder identificar o establecer ninguna conexión con la dimensión espacial o territorial. En este caso, los resultados obtenidos se centraban en aspectos vinculados al género, nacionalidad o grupos de edad. Del mismo modo, algunos

análisis sobre la segregación educativa o escolar también fueron omitidos debido a su enfoque genérico, centrado principalmente en estadísticas generales para comparar diferentes ciudades españolas. Estos tipos de investigaciones no aportan una comprensión del fenómeno de la segregación a nivel espacial y, por lo tanto, no se consideraron en esta investigación. Para establecer el criterio final de selección que permitiera acotar la segregación socioespacial y su relación con cuestiones relevantes asociadas a esta temática, como el caso de la fragmentación urbana, se tuvo en cuenta la bibliografía de referencia en obras como Sposito y Sposito (2020), Caprón y Arellano (2006), Pérez *et al.* (2022).

La lectura de estas obras permite comprender y reconocer que, aunque la fragmentación urbana está directamente asociada con la segregación social o espacial, no se trata del mismo fenómeno, ya que la metodología de análisis puede ser muy distinta. Después de realizar estas comprobaciones, se determinó si el contenido del texto podía ser incluido como parte del corpus sometido al análisis bibliométrico. De esta manera, se computaron las publicaciones en las cuales la fragmentación espacial o urbana guardarán, en cierta medida, relaciones con la segregación espacial o urbana. Los 95 resultados obtenidos se clasificaron y sistematizaron utilizando variables que permitieran la correlación entre ellas y se obtuvieron los resultados que se detallarán en el siguiente apartado. Las variables seleccionadas se organizaron en una hoja de cálculo para su posterior análisis e interpretación, y abarcan, entre otros aspectos, la evolución temporal, la distribución de las publicaciones en revistas y por áreas geográficas de los autores, así como los territorios y temas más presentes en la segregación.

3. Resultados y discusión

La secuencia de publicaciones sobre la temática de la segregación socioespacial en la ciencia española ilustra una significativa evolución del interés en las últimas décadas, tal y como puede observarse en la FIGURA 1. Como punto de partida, un aspecto importante a destacar es que, a pesar de que la primera obra identificada en este análisis data de 1981, "Segregación social y estructura urbana: una aproximación metodológica referida a Oviedo", de Ramon Pérez González, no se puede

afirmar categóricamente que esta publicación haya sido la primera investigación sobre el tema en la comunidad científica española.

Esta observación obedece a la propia metodología utilizada para el estudio, donde, como se indicó previamente, se han consultado y seleccionado únicamente obras digitalizadas en repositorios abiertos. Por tanto, debe tenerse en cuenta que, probablemente, muchas revistas científicas o publicaciones anteriores sobre la

segregación socioespacial únicamente estén disponibles en versión impresa y no hayan sido seleccionadas para esta contribución. A pesar de esta limitación, se determina que desde 1981

existen tres periodos muy marcados que indican claramente la evolución de la literatura académica y su notable crecimiento hasta la actualidad.

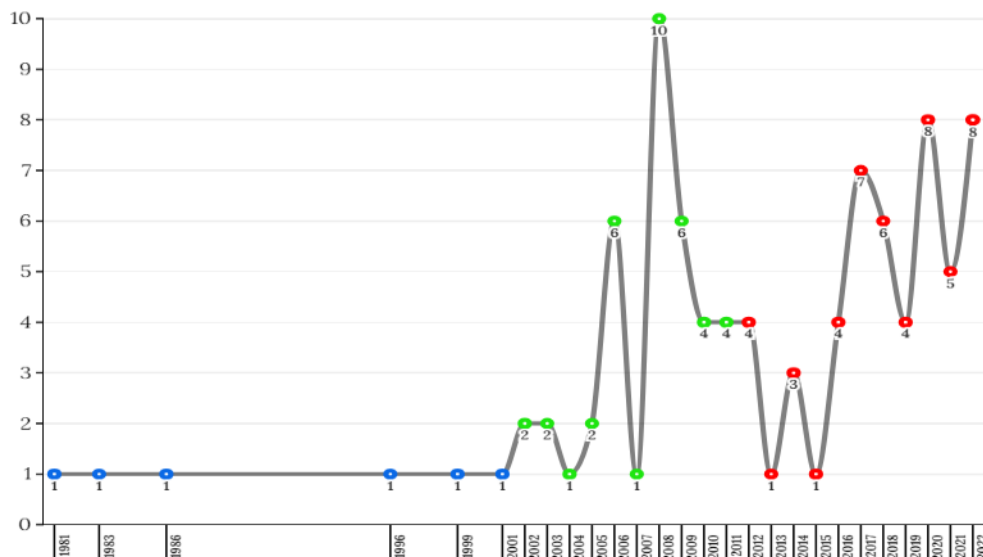


FIGURA 1. Evolución temporal de las publicaciones. Fuente: elaboración propia

En el primero de estos periodos, comprendido entre 1981 y 2001, se identificaron solamente 6 publicaciones, mientras que, en la década posterior, de 2002 a 2011, se obtuvo un resultado total de 38 publicaciones. El crecimiento continuó en el tercer periodo, 2012-2022, donde se recogen 52 publicaciones. En este último segmento temporal destacan los 8 trabajos del año 2022, lo que indica un progresivo crecimiento e interés por el tema en el ámbito de las ciencias humanas y sociales en España en la actualidad. De este dato puede deducirse una continuación de la tendencia alcista en los próximos años. En relación con los lugares de publicación, los datos analizados revelan una presencia significativa en tres revistas concretas, todas ellas muy vinculadas al ámbito geográfico: *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, *Ciudad y territorio. Estudios Territoriales* y *Eria. Revista Cuatrimestral de Geografía*. Estas revistas abarcan en conjunto un 24,2 % (23) de las publicaciones consultadas.

En cuanto a las temáticas, los textos se han centrado en reuniones con ejes variados, desde lo social a lo urbano, pasando por lo económico y lo poblacional, pero no bajo un título o denominación concreta que remita a la

segregación socioespacial. Otro aspecto interesante es que el 49,5% de las publicaciones (47) tuvieron un único artículo distribuido en diferentes revistas científicas, también orientadas desde distintos campos del conocimiento. Esto nos posibilita, como se aprecia en la FIGURA 2, reflexionar sobre la importancia y la amplitud de los intereses sobre el tema en las ciencias humanas, sociales y afines.

Otra observación importante se relaciona, en los últimos años, con las nuevas herramientas tecnológicas que permiten abordar contenidos que anteriormente presentaban desafíos significativos en términos de obtención de resultados y representaciones. En este artículo, se ha empleado el enfoque de las nubes de palabras no solo como una mera ilustración representativa, sino más bien como un intento de comprender cómo, a partir de los títulos y las palabras clave, es posible identificar tendencias y patrones relacionados con el fenómeno de la segregación, basándose en los enunciados establecidos por los investigadores y los artículos analizados. La FIGURA 3 presenta los resultados obtenidos con las palabras más relevantes.

interesante correspondencia dentro del fenómeno de la segregación en la dimensión urbana, principalmente asociada a los estudios de población. Esta presencia se encuentra particularmente vinculada a la demografía, pero también se relaciona con aspectos más tradicionales de la Geografía de la Población. Así, las palabras 'población' (24) e 'inmigración' (17) revelan claramente la fuerte correlación existente en el caso español entre las dinámicas migratorias y los grupos de población extranjera. Esta dimensión social también está muy presente en las publicaciones, ya sea a través de la propia palabra 'social' (28) o mediante la presencia de la palabra 'desigualdad' (12), que describe de

manera muy expresiva el fenómeno, tanto desde una perspectiva sociológica como geográfica.

Del mismo modo, resulta interesante destacar la dimensión escalar de las publicaciones, con una marcada referencia geográfica a las ciudades y su dimensión territorial. Así, a partir de la destacada presencia de las palabras 'España' (16), 'Madrid' (12) y 'Barcelona' (11), se revela claramente el carácter y la expresión de las dos principales ciudades españolas. Por otro lado, es interesante resaltar la importancia de la palabra 'caso' (15) y su repercusión en estudios específicos sobre recortes espaciales particulares, que intentan responder preguntas concretas sobre cómo se manifiesta la segregación en el territorio (FIGURA 4).

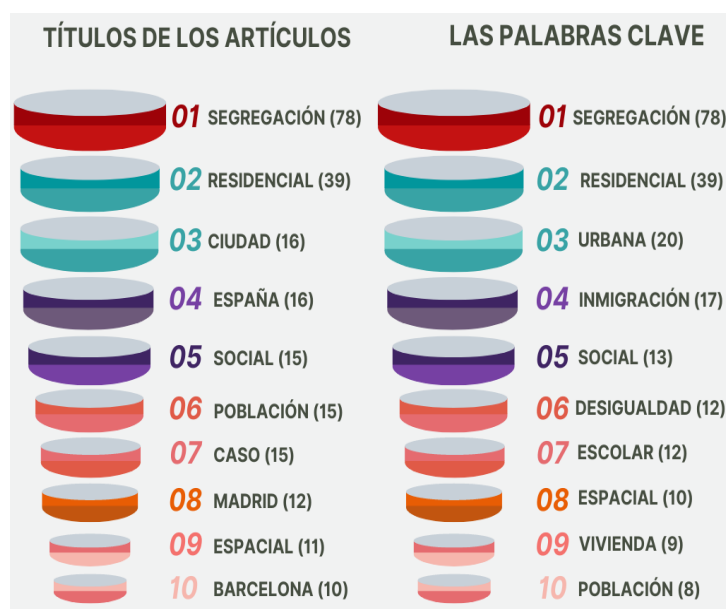


FIGURA 4. Esquema de las diez principales palabras contenidas en las nubes de palabras de los títulos y de las palabras claves Fuente: elaboración propia

Al abordar las relaciones entre los autores, sus filiaciones institucionales y las regiones de origen, es importante destacar algunas cuestiones relevantes. En este sentido, se identificaron un total de 37 universidades en todas las publicaciones analizadas, de las cuales 33 corresponden a instituciones españolas (89%), mientras que 4 son instituciones extranjeras: la Universidad Nacional de San Martín (Argentina), la Indiana University (EE. UU.), University College London (Inglaterra) y la Université de Neuchâtel (Suiza), lo que representa un 11% de la muestra. También es relevante mencionar que no fue

posible determinar la filiación institucional de una de las autoras, Isabel Aguilera Aguilera. Al analizar las instituciones de manera individual, se constata que las seis universidades con mayor representación en las publicaciones son: la Universidad Autónoma de Barcelona, la Universidad Complutense de Madrid, la Universidad de Almería, la Universidad del País Vasco, la Universidad Pablo de Olavide y la Universidad de Barcelona.

Estas seis instituciones agrupan un total de 56 de los 95 artículos, lo que representa el 59% del total de las publicaciones. Asimismo, es

destacable el hecho de que en muchos casos la presencia de las publicaciones y su vinculación con determinadas instituciones fue resultado de los esfuerzos individuales de algunos investigadores, quienes en ciertos casos concentran de manera significativa el total de las publicaciones relacionadas con una institución específica. Un ejemplo destacado es el sociólogo Juan Carlos Checa Olmos, adscrito al Departamento de Geografía, Historia y Humanidades de la Universidad de Almería, quien

figura como primer autor en hasta siete publicaciones dentro del estudio realizado. Por otro lado, se observa que un total de 84 autores diferentes publicaron como primer autor en las 95 publicaciones seleccionadas. Sin embargo, de estos investigadores, 68 publicaron solamente un artículo, lo que representa el 80,1% del total de los autores. Este dato revela de manera elocuente una gran diversidad de investigadores abordando el tema de la segregación espacial en la comunidad científica española (FIGURA 5).

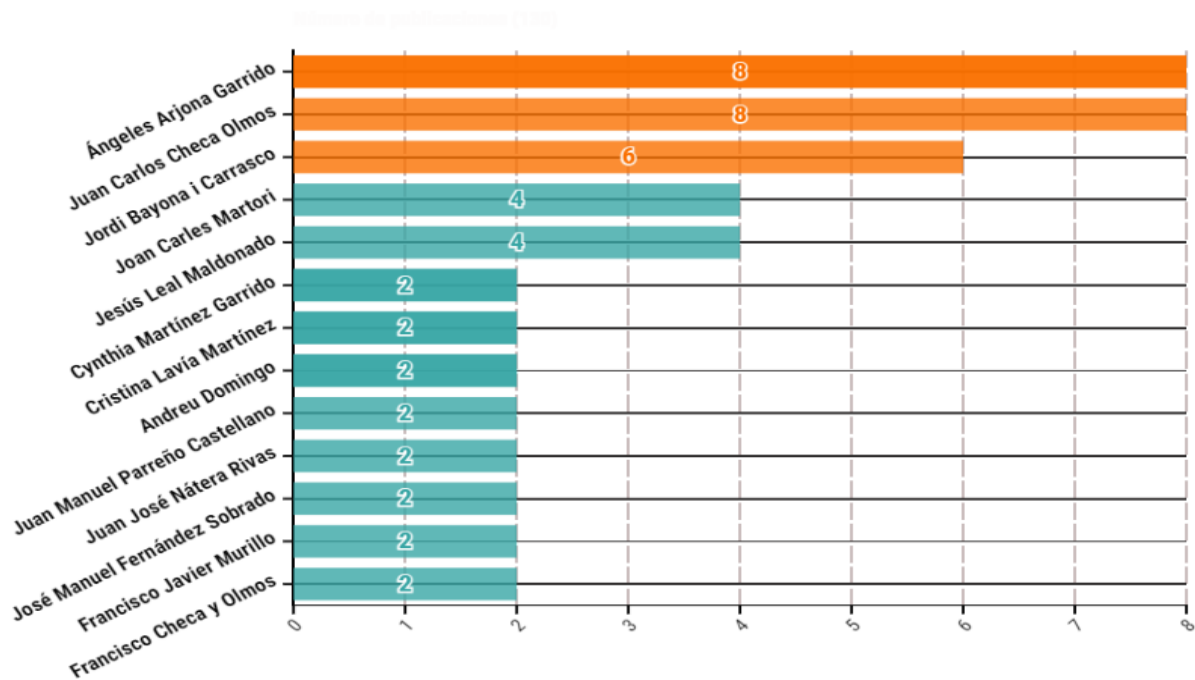


FIGURA 5. Cuadro de la filiación institucional del primer autor y autores con más de una publicación
Fuente: elaboración propia

Al analizar las relaciones y vínculos entre las instituciones de los primeros autores y las comunidades autónomas donde se encuentran ubicadas las universidades, se destaca una presencia significativa en tres: Cataluña, Andalucía y Comunidad de Madrid, que de forma conjunta publicaron 60 artículos de los 95 trabajos identificados, lo que representa el 63% de todas las publicaciones. Por otro lado, otras comunidades autónomas presentaron solamente una única publicación, como es el caso de Navarra, La Rioja y Cantabria. Cabe mencionar que Extremadura, Islas Baleares y las ciudades autónomas de Melilla y Ceuta no realizaron ninguna investigación en el marco de este estudio.

En relación con los autores, se pretende averiguar tanto las áreas como ramas de conocimiento al que están adscritas, para lo que se llevó a cabo una búsqueda individual de cada autor con el objetivo de determinar sus conexiones y campos de conocimiento científico. De los 95 autores, no fue posible identificar a 4 de ellos debido a la falta de información sobre su afiliación. Esta información no estaba presente en las publicaciones analizadas ni en otras referencias o búsquedas realizadas en repositorios u otras fuentes de información disponibles en Internet (FIGURA 6).

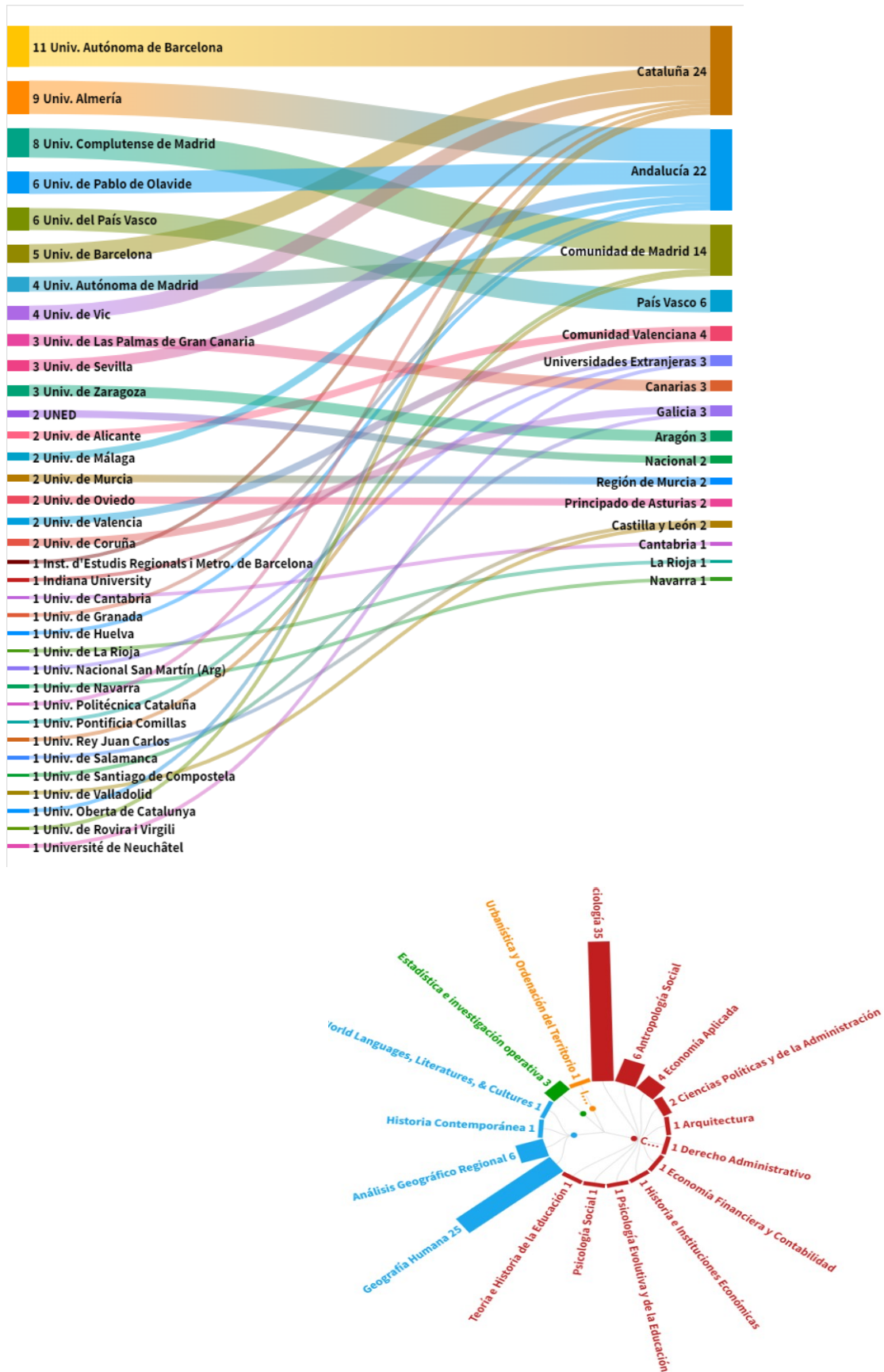


FIGURA 6. Cuadro de la relación entre Universidades, Comunidades Autónomas y ramas de conocimiento Fuente: elaboración propia

Los resultados obtenidos revelan un primer aspecto destacable: la alta concentración de las publicaciones en dos grandes ramas del conocimiento reconocidas por la comunidad científica española. En este sentido, las ciencias sociales y jurídicas representaron 54 publicaciones, lo que equivale al 59,3% de los autores identificados, seguidas por el campo de Arte y Humanidades con 33 publicaciones, representando el 36,2% de los autores identificados. Es interesante señalar que estas dos ramas en conjunto representaron el 95,5% del total de publicaciones donde fue posible identificar información sobre los autores. Cuando se analiza el campo más específico de los autores, se observa una diferenciación interesante, aunque persiste una fuerte concentración en dos disciplinas.

La Sociología destaca como la disciplina dominante con 35 registros, lo que representa el 38,5% del total de autores identificados en ese campo disciplinario, seguida por la Geografía. Dentro de esta disciplina, se puede observar que en el caso español está claramente dividida en dos subcampos: Geografía Humana (25 registros) y Análisis Geográfico Regional (6 registros). En conjunto, estos dos subcampos representan un total de 31 registros, lo que equivale al 34% de las conexiones con este campo disciplinario en las publicaciones. También vale la pena destacar otros 14 campos disciplinarios presentes en 25 registros, que representan el 27,5% del total de las publicaciones.

El siguiente punto analizado se relaciona con la temporalidad de las publicaciones, y se destacan dos aspectos fundamentales. El primero se refiere a la duración que cada investigación dedicó a su análisis, mientras que el segundo se vincula a la temporalidad específica, dividida en

años, desde el inicio hasta el final de las investigaciones. En relación con el primer aspecto, es importante señalar que tres publicaciones no proporcionaron información sobre la escala temporal de sus investigaciones, es decir, no se pudo determinar cuándo se llevó a cabo dicha investigación. Por otro lado, se pudo identificar la temporalidad en 92 publicaciones, de las cuales 33 de ellas (representando un 35% del total) llevaron a cabo sus investigaciones en un solo año. Posteriormente, 58 artículos (equivalente al 63,7% del total de publicaciones) presentaron una duración temporal de dos o más años, siendo 17 de ellos en el rango de 2 a 9 años (un 18% del total).

Después del análisis temporal realizado en un único año, el siguiente rango más común fue de 10 a 15 años, con 28 publicaciones (representando un 29% del total). Por último, 14 trabajos presentaron escalas temporales superiores a los 15 años, lo que representa el 15% del total de las publicaciones. Un aspecto importante a tener en cuenta, tanto para España como para otros países, es que, a lo largo del tiempo, especialmente en los períodos entre los censos, el Estado realiza cambios en las unidades censales. Esto se convierte en un problema significativo a la hora de analizar comparativamente las temporalidades. En algunos casos, las investigaciones utilizaron índices y períodos en los que hubo más de un censo, y esta cuestión no se explica metodológicamente. En cuanto a la dimensión histórica de la segregación y la elección de los autores en relación con los métodos y transformaciones urbanas, parecen ser aspectos que influyen en la investigación y también presentan desafíos para los estudios sobre la segregación espacial en el ámbito científico (FIGURA 7).

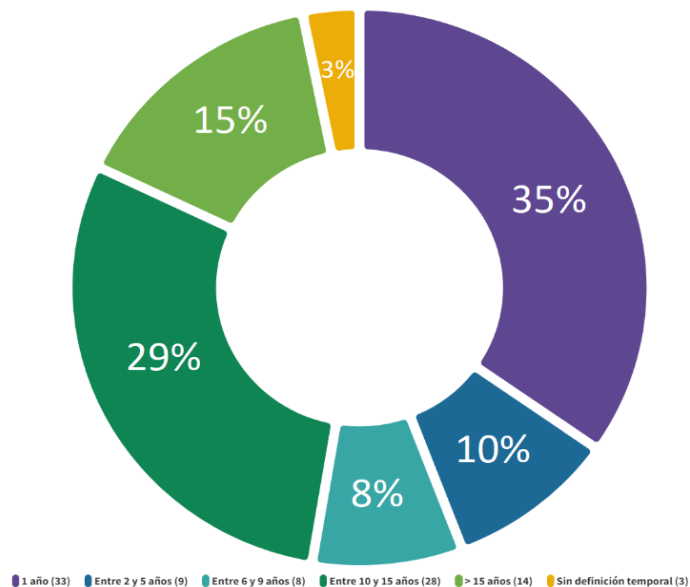


FIGURA 7. Temporalidad de las investigaciones. Fuente: elaboración propia

Sobre los recortes históricos de las investigaciones, se pueden identificar una serie de cuestiones para reflexionar acerca de los estudios sobre la segregación socioespacial en España. El primer aspecto es que solo se ha realizado un trabajo previo al siglo XX sobre este tema. Este trabajo lo realizó el historiador Ricardo Hernández García y se titula "La constatación antropométrica de la desigualdad y la segregación social en una ciudad castellana. Zamora, 1840-1936". Por lo tanto, la mayoría de las investigaciones se han desarrollado durante el siglo XX. Sin embargo, para analizar este punto con mayor profundidad, es necesario realizar una división más concreta por temas y períodos.

De esta manera, se identificaron un total de 15 trabajos que se centran en el período anterior a 1990, lo que representa el 16,3% de todas las publicaciones. El grueso de estas se concentra a partir de los años 2000, donde se obtuvieron 77 registros, es decir, el 83,7% de todos los trabajos. Este incremento notable podría explicarse en

parte por los avances tecnológicos en el campo de los sistemas de información geográfica que se popularizaron a partir de este período entre los investigadores, especialmente aquellos dedicados al estudio de la desigualdad en los espacios urbanos. Además, paralelamente, se produjo un desarrollo de nuevos métodos y herramientas para comprender la segregación a escala global.

En la FIGURA 8, que representa la distribución temporal de las investigaciones, se han eliminado algunos artículos por cuestiones de semiología y representación gráfica. Los artículos eliminados fueron: 'La constatación antropométrica de la desigualdad y la segregación social en una ciudad castellana. Zamora, 1840-1936' de Ricardo Hernández García y Javier Vicente Ventoso (2009), 'Urbanismo y vivienda en el Madrid de posguerra. La Falange, entre el derecho a la ciudad y la segregación espacial' de Antonio Parrilla Recuero (2020), 'La ciudad segregada de principios del siglo XX: Neguri, un suburbio burgués de Bilbao' de José María Baescoche.

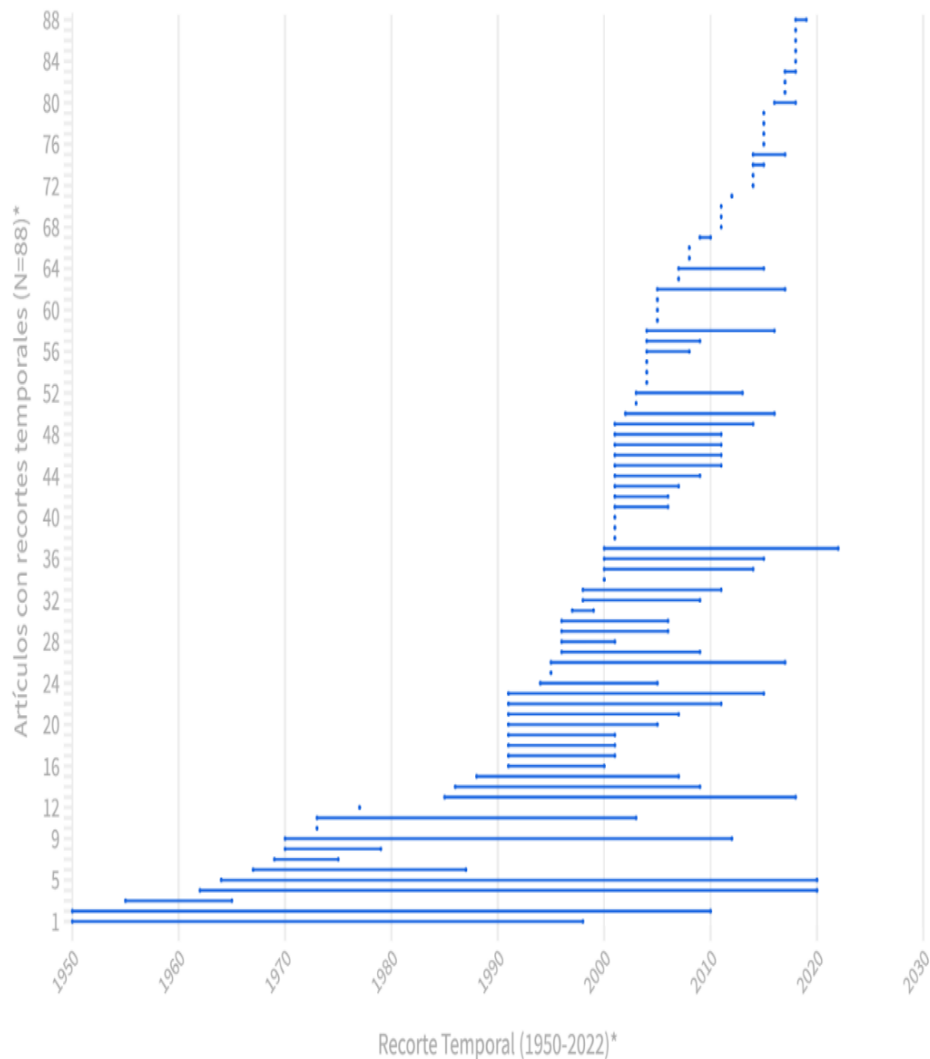


FIGURA 8. Recortes temporales de las publicaciones Fuente: elaboración propia

Las escalas espaciales se consideran de gran importancia desde una perspectiva científica, especialmente cuando se busca comprender geográficamente cómo se ha abordado el tema de la segregación espacial por parte de la comunidad científica española. Resulta fundamental destacar que existe una notable presencia en áreas y escalas territoriales más pequeñas. Por ejemplo, dentro del ámbito de la escala micro local y micro municipal, se identificaron 50 de los 95 trabajos, lo que representa un 52,6% del total de publicaciones¹. Es importante igualmente tener en cuenta que la noción de ciudad o municipio es muy heterogénea, ya que en el caso español la

amplitud a escala municipal varía considerablemente. Por ejemplo, desde la ciudad de Avilés, con menos de cien mil habitantes y una extensión reducida, hasta la ciudad de Madrid, con más de 3 millones de habitantes y una vasta dimensión en términos de ocupación del espacio. Por otro lado, se ha detectado un esfuerzo en el análisis a nivel meso y macro geográfico, donde se busca comprender las dinámicas de la segregación dentro de un conjunto de ciudades, una región o una comunidad, así como realizar análisis comparativos entre ellas.

También se busca comprender la segregación a escala nacional, lo que se refleja en el número

de investigaciones a nivel meso regional-provincial (23), representando un 24,2% del total de publicaciones, y las investigaciones a escala macro-nacional (24). En otras palabras, se evidencia una motivación por el análisis comparativo de diferentes provincias o del territorio español en su conjunto, lo cual constituye un 23,1% del total de las publicaciones. Finalmente, es interesante destacar las comparaciones realizadas entre las grandes ciudades y áreas metropolitanas del territorio español. Al comparar la relación entre las áreas geográficas en las que se encuentran ubicadas las universidades y el ámbito territorial de las investigaciones, se revelan aspectos de interés

desde una perspectiva científica. En primer lugar, se destaca la relación entre los análisis sobre la segregación que abordan una dimensión más global de la realidad española y aquellos que se centran en comunidades autónomas o provincias. De este modo, se clasifican como análisis de tipo nacional aquellos que buscan analizar datos comparativos entre ciudades ubicadas en diferentes comunidades o provincias en el territorio nacional.

En concreto, el 22,1% (21) de todas las instituciones analizadas se enfocaron en la segregación dentro de una única ciudad en la misma región (FIGURA 9).

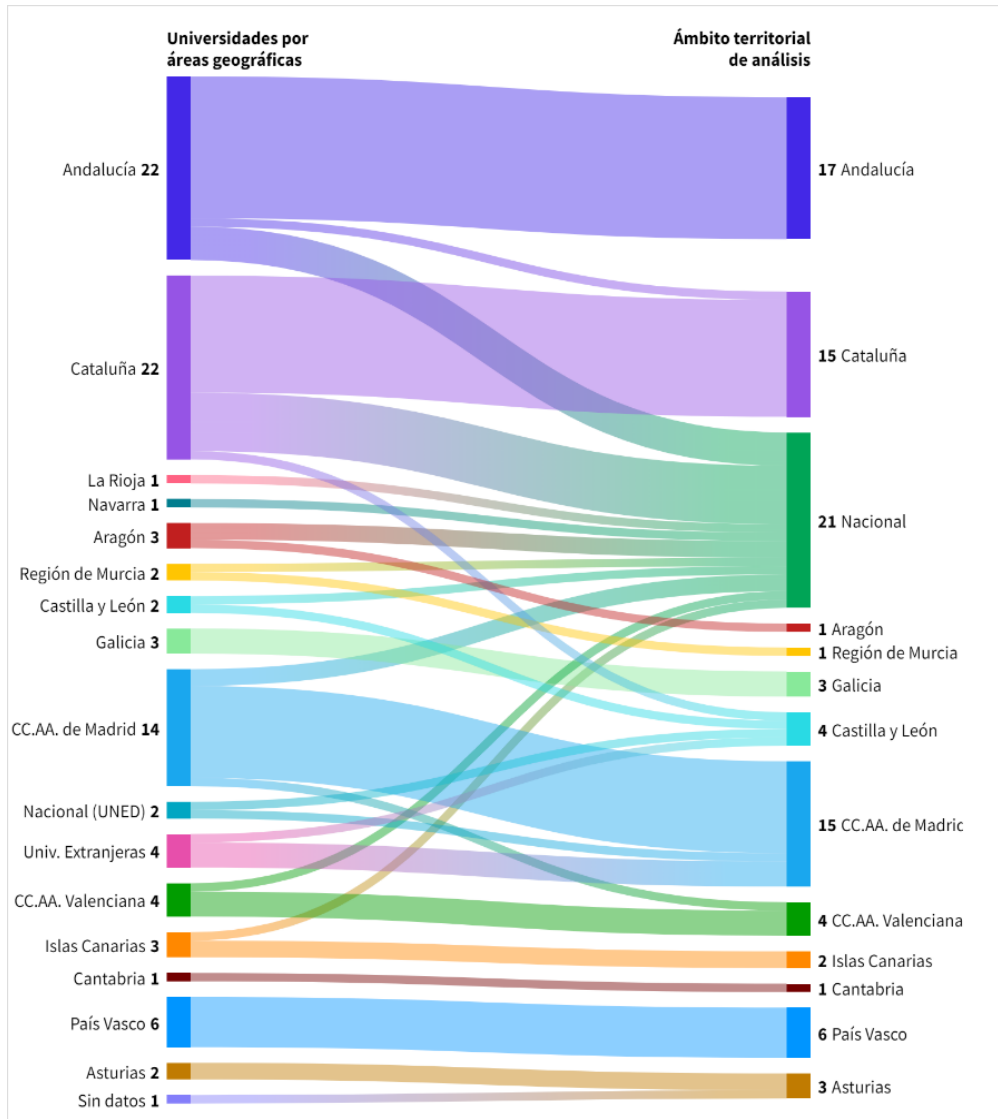


FIGURA 9. Relación entre las vinculaciones territoriales de las universidades y los ámbitos territoriales de análisis. Fuente: elaboración propia

Al examinar la relación entre las universidades y su vínculo con el territorio, también se destacan algunos aspectos significativos. En primer lugar, las dos comunidades autónomas con mayor cantidad de investigaciones sobre segregación socioespacial son también las que más abordaron el tema desde una perspectiva nacional. En particular, el 31,8% (7) de todas las investigaciones realizadas por las universidades de Cataluña se centraron en una perspectiva nacional, seguidas por Andalucía, con un 18,2% (4) de los trabajos analizados bajo esta misma perspectiva. Por otro lado, algunas comunidades y sus universidades realizaron investigaciones exclusivamente a nivel regional y en su propio territorio, como es el caso del País Vasco (6), Galicia (3), Asturias (3) y Cantabria (1). En contraste, solo las comunidades de Cataluña (1), Andalucía (1) y la Comunidad de Madrid (1) llevaron a cabo investigaciones sobre otras comunidades autónomas o regiones en el territorio español. En relación con la utilización de índices para comprender la segregación espacial, se observa que 72 artículos utilizaron exclusivamente métodos cuantitativos, lo cual representa el 79% de todas las publicaciones, sin tener en cuenta los trabajos que emplearon métodos mixtos (9,5%), los cuales también incluyen en parte la cuantificación. Por otro lado, únicamente 14 publicaciones optaron exclusivamente por métodos cualitativos, lo cual equivale al 14,7% del total de los artículos.

Si nos enfocamos en el análisis de cada uno de los índices utilizados, se revela cómo estos índices buscan cada vez más la precisión y el rigor por parte de los investigadores que los emplean, abarcando diversos campos del conocimiento

científico. Esta situación se ve condicionada por las críticas severas realizadas en la primera mitad del siglo XX a la Escuela de Chicago y a sus análisis, que fueron calificados en muchos casos como meramente descriptivos (Hiebert, 2009; Kaplan y Woodhouse, 2005). De los 81 trabajos que emplearon métodos cuantitativos, 55 de ellos, es decir, el 57,9% de todos los artículos analizados, se apoyan en índices para examinar el fenómeno de la segregación, mientras que solo un trabajo adopta un enfoque mixto. Este trabajo, llevado a cabo por el sociólogo Luis Rodríguez Calles y titulado "La exclusión residencial de la población inmigrante: estudio de caso de Terrassa (Barcelona) y Torre-Pacheco (Murcia)", utiliza un índice también de naturaleza cuantitativa.

Los otros 26 trabajos, que constituyen el 32% de la muestra, emplearon correlaciones matemáticas y estadísticas como recurso para abordar el fenómeno de la segregación espacial. No obstante, al analizar el uso específico de los índices, resulta interesante considerar la multiplicidad de opciones y las posibilidades de combinación y superposición de estos para comprender el fenómeno de la segregación espacial. La utilización de una amplia variedad de índices revela y detalla cómo los autores analizados recurren en numerosos trabajos a la combinación de índices con otras técnicas y métodos de análisis para comprender dicho fenómeno. En general, se emplean entre uno y cuatro índices, lo cual representa un total de 48 de los 55 artículos, es decir, el 87,2% del total. Como se puede apreciar en la [FIGURA 10](#), también resulta destacable el hecho de que los autores utilicen dos índices, lo cual representa el 38,2% del total.

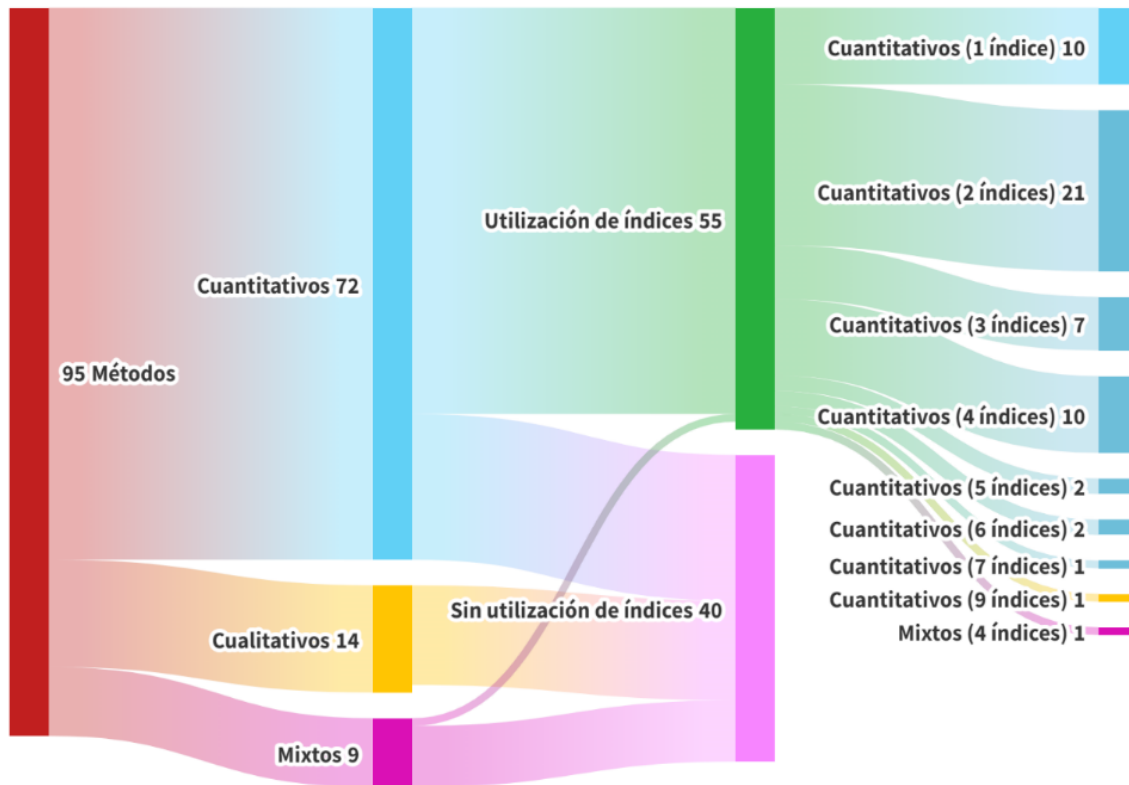


FIGURA 10. Diagrama de Sankey referente a las relaciones entre métodos e índices de análisis sobre la segregación. Fuente: elaboración propia

Se emplearon en total 154 índices y 33 tipos distintos, evidenciando así el esfuerzo por comprender el fenómeno de la segregación en el territorio (FIGURA 11). En la discusión interna sobre estos índices, resulta interesante destacar algunas cuestiones. Por ejemplo, en relación con los más utilizados, se encuentran el Índice de Segregación (28) y el Índice de Disimilitud (23), los cuales suman 51 de los 154 índices empleados, correspondiendo al 33,1% del total. Las críticas a estos índices, anteriormente mencionadas, motivaron ajustes y nuevas proposiciones sobre la utilización de estos (Massey y Denton, 1988; Harris, 2011; Morrill, 1991; Atkinson & McGarrgle, 2009; Poulsen, 2009; Wong, 2009; Garrocho y Campos-Alanís, 2013). Otro aspecto destacable es la presencia de los índices de interacción, donde el Índice de Aislamiento (16) y el Índice de Interacción (8) suman un total de 24 menciones en los artículos analizados, representando así el 15,6% del total. Esto evidencia una gran heterogeneidad en la utilización de los distintos índices, especialmente entre aquellos creados en

diferentes épocas y que posteriormente fueron perfeccionados para objetivos concretos y específicos. Un ejemplo de esto es el Índice de Aloctonía Percibida, desarrollado por el geógrafo español Ricardo Iglesias Pascual. Curiosamente, algunos de los índices más utilizados en otros países para investigar la segregación espacial presentaron una baja recurrencia en los artículos analizados.

Por ejemplo, las propuestas más recientes del geógrafo David Wong (1993, 2003, 2004, 2009) durante las últimas décadas del siglo XX y la primera década del siglo XXI tuvieron poca presencia. Lo mismo ocurrió con los Índices de desigualdades por la forma o por la frontera, que fueron mencionados únicamente en 4 ocasiones, así como con el Índice Local de Asociación Espacial - *Local Indicators of Spatial Association*, desarrollado por el geógrafo Luc Anselin (1995), que solo se mencionó dos veces en los artículos analizados.

En último lugar, se aborda el tema de la naturaleza temática de las investigaciones

presentes en los artículos (FIGURA 12). Este aspecto reviste una importancia fundamental para comprender cómo los investigadores abordan la segregación en sus diversas facetas y posibilidades. Desde las primeras reflexiones de la

Escuela de Chicago en la primera mitad del siglo XX, hasta las nuevas configuraciones posmodernas y postestructuralistas, los temas y subtemas relacionados con la segregación han experimentado transformaciones profundas.

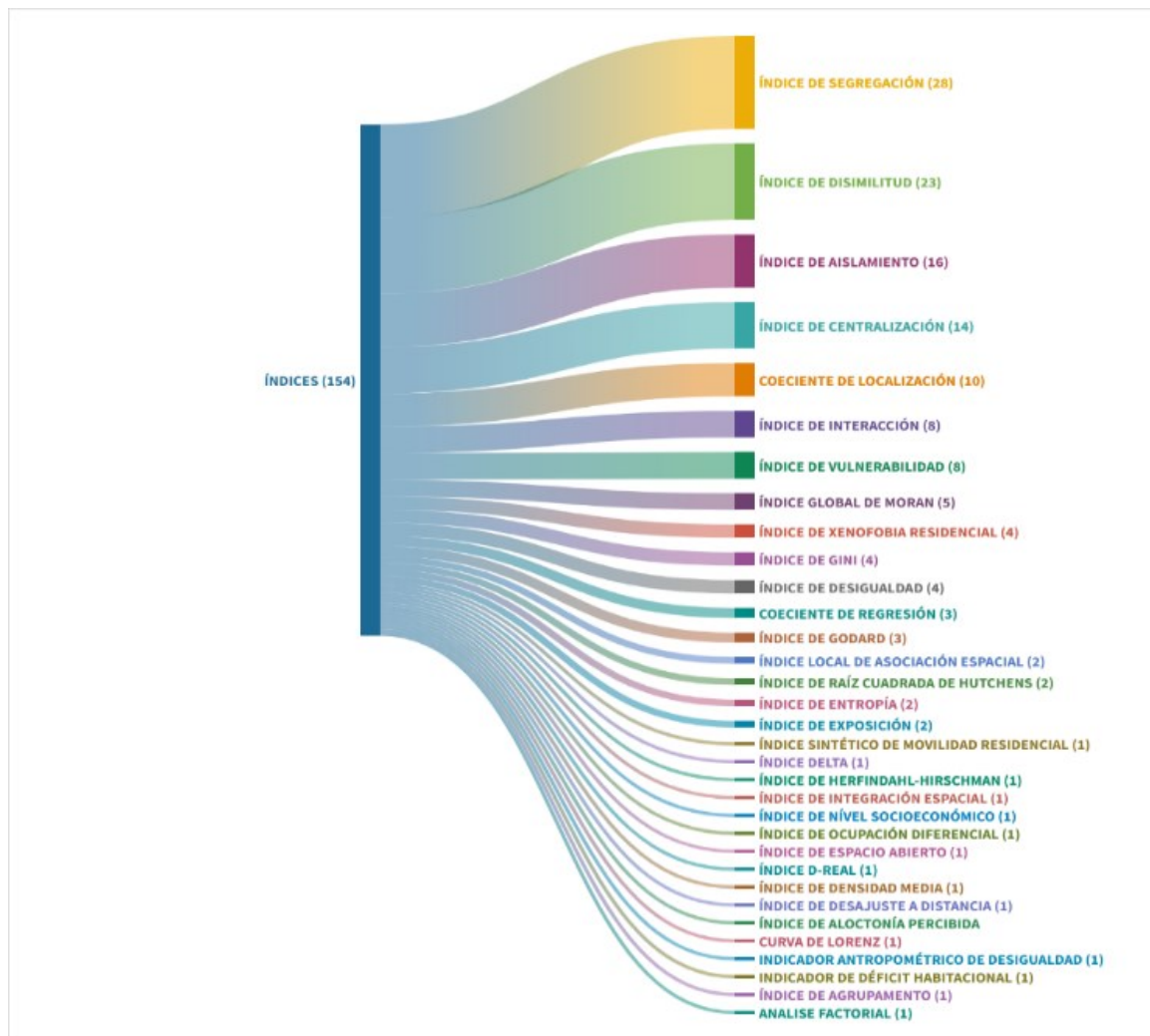


FIGURA 11. Lista de índices utilizados por los investigadores para el análisis de la segregación.
Fuente: elaboración propia

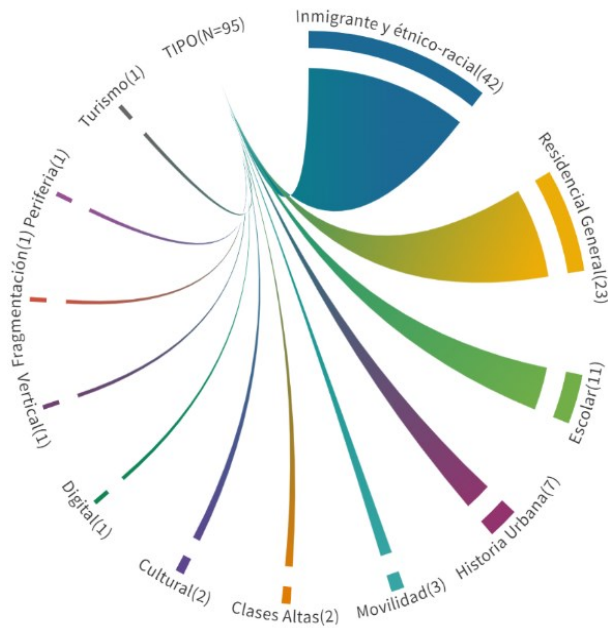


FIGURA 12. Naturaleza temática de la segregación en los artículos analizados. Fuente: elaboración propia

No obstante, es necesario tener en cuenta que, a pesar de la creciente globalización, las presencias local y nacional sigue siendo significativa.

En el caso específico de España, no existen dudas de que, especialmente a partir de la década de 1990 y los sucesivos cambios demográficos - particularmente debido a la fuerte presencia de inmigrantes- ha sido un tema central en las reflexiones sobre la segregación socioespacial. De hecho, la inmigración y la composición étnico-racial representaron el 44,2% de todas las publicaciones, lo que equivale a 42 de los 95 trabajos. Es importante destacar que no se trata exclusivamente de la población extranjera, ya que también se analizaron 4 trabajos que examinaron la segregación de la población de origen gitano, ya sea de forma exclusiva o en combinación con la población extranjera.

El segundo subtema más estudiado ha sido la perspectiva general del análisis de la segregación residencial, con la presencia de 22 trabajos que representan el 23,1% del total de los artículos. En este punto, resulta relevante considerar la tradición de abordar la segregación de manera más global, sin involucrar a un grupo o segmento específico de la población, sino más bien

considerando el territorio de manera integral e identificando sectores o áreas segregadas dentro de un recorte geográfico dado. Como tercer tema más recurrente se encuentra la relación entre segregación y educación, es decir, cómo los espacios escolares pueden ser indicadores en el territorio a través de su población. Este tema fue analizado en 11 trabajos, lo que representa el 11,6%. El cuarto subtema más abordado es la segregación espacial desde una perspectiva temporal, ya sea a través de análisis históricos o geográficos dentro de la Geografía Histórica. Este se abordó en 7 ocasiones, lo que representa el 7,3% de todos los artículos. Por último, se identificaron otros 8 subtemas en 12 artículos, lo que representa el 12,6% del total.

Resulta interesante reflexionar sobre estas últimas líneas temáticas, ya que parecen adelantar nuevos proyectos para el futuro o, al menos, alternativas de comprensión a través de enfoques menos tradicionales. En este sentido, se destaca el trabajo "Evidencias sobre la segregación vertical en ciudades del sur de Europa: El caso de la ciudad de Málaga" del geógrafo Juan José Natera-Rivas, que busca nuevas formas de comprender el fenómeno a través de enfoques metodológicos.

Asimismo, se menciona el artículo "¿Desiguales en la smart city? Segregación espacial y desigualdades digitales en Madrid" del sociólogo Millán Arroyo Menéndez, el cual analiza la segregación a partir del acceso diferencial a los recursos de información y tecnología en el territorio.

4. Conclusiones

El análisis bibliométrico realizado en las 95 publicaciones seleccionadas revela la relevancia del fenómeno de segregación socioespacial en la literatura académica española durante los últimos 30 años. Aunque la dificultad de acceder a información digitalizada anterior a 1981 dificulta su caracterización en años previos, se observa una tendencia notable de aumento en el número de publicaciones a partir de esa fecha, especialmente en el último periodo analizado, comprendido entre 2012 y 2022.

En este estudio se ha constatado que la Geografía y la Sociología son disciplinas ampliamente referenciadas, ya que una parte significativa de los autores y las revistas que publican trabajos sobre segregación socioespacial pertenecen a estas áreas. Sin embargo, es llamativa la ausencia de un evento monográfico de gran alcance centrado en la segregación socioespacial, a pesar de la importancia observada en términos de número de publicaciones, crecimiento de la producción en las últimas décadas, diversidad temática, enfoques y disciplinas abordadas.

Aunque el análisis bibliométrico confirma la importancia de la segregación socioespacial y su evolución, se evidencia una fuerte concentración del fenómeno tanto en las instituciones que realizan los estudios como en los territorios donde se concentra. Únicamente las investigaciones promovidas desde instituciones catalanas o de la Comunidad de Madrid prestan atención a la segregación socioespacial más allá de sus límites administrativos, revelando una tendencia localista al abordar un tema que, sin embargo, presenta raíces profundas y complejas tanto en su conceptualización como en su manifestación territorial, que trascienden los límites y escalas convencionales. Asimismo, resulta relevante la diversidad temática presente en las publicaciones,

donde se identifican 12 tipos diferentes de temas. Sin embargo, dentro de esta clasificación, destaca notablemente la presencia de la población inmigrante como uno de los principales ejes para caracterizar el fenómeno en España. Además, es importante considerar algunas cuestiones adicionales.

En primer lugar, la segregación está estrechamente relacionada con el espacio urbano y las ciudades a nivel mundial, reflejándose en los intereses de las comunidades científicas nacionales. No obstante, en el caso español, es esencial comprender mejor este fenómeno a escala de ciudades pequeñas y medianas, así como su manifestación en los territorios. Además, no se deben ignorar ni excluir las posibilidades y potencialidades de abordar la segregación espacial y geográfica más allá de las ciudades. En caso de que existan, resulta pertinente investigar cómo se caracterizan social y geográficamente.

Como propuesta para futuras investigaciones, se sugiere ampliar el estudio mediante la consideración de variables adicionales a las utilizadas en este análisis. Esto incluiría aspectos como el número de citas, metodología empleada, uso y número de índices para medir la desigualdad, tipos de segregación y la utilización de representaciones cartográficas, entre otros.

Asimismo, se plantea ampliar el marco temporal de las obras estudiadas, incluyendo aquellas que no se encuentran digitalizadas y que en su mayoría corresponden a investigaciones realizadas hasta la década de 1980. Aunque la disponibilidad en formato digital de estas obras es limitada, un estudio en archivos u otros repositorios físicos podría proporcionar nuevos datos que contribuyan a comprender la segregación socioespacial en un contexto socioeconómico diferente al actual. Esta perspectiva abre la posibilidad de establecer un proyecto realizar estudios sobre este fenómeno en otros países, permitiendo comparar de enfoques y generando nuevas reflexiones que contribuyan a comprender no sólo la segregación, sino también la comunidad científica española en su conjunto.

5. Nota

Los resultados de este trabajo de investigación forman parte del proyecto financiado en convocatoria pública por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN) de España: "Segregación socioespacial y Geografías de la vida cotidiana en las ciudades medias españolas y sus áreas urbanas" (PID2021-124511NB-C21).

¹ En este sentido, se define escala micro local como el análisis realizado en el contexto de una calle, un barrio o un sector de la ciudad. En cambio, la escala micro municipal se refiere al análisis centrado en la totalidad de una ciudad o municipio.

6. Agradecimientos

Los resultados forman parte del proyecto coordinado financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN) "Segregación socioespacial y Geografías de la vida cotidiana en las ciudades medias españolas y sus áreas urbanas" (PID2021-124511NB-C21)". Agradecimiento expreso a Francisco Javier González Moya, profesor de Ingeniería Informática de la Universidad de Burgos, la asesoría prestada para el tratamiento estadístico y el cálculo de los índices de segregación.

7. Referencias citadas

- ANSELIN, L. 1995 "Local Indicators of Spatial Association–LISA". *Geographical Analysis*, 27 (2): 93–115, Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.t.b00338.x>.
- ARAÚJO, C. 2006. "Bibliometria: evolução histórica e questões atuais". *Questão*, 12(1): 11-32.
- ARBACI, S. 2019. "Paradoxes of segregation: Housing systems, welfare regimes and ethnic residential change". En: *Southern European cities*. John Wiley & Sons. Hoboken, UK.
- ARIZA, M. y P. SOLÍS. 2009. "Dinámica socioeconómica y segregación espacial en tres áreas metropolitanas de México, 1990 y 2000". *Estudios Sociológicos*, 27(79): 171-209.
- ARTERO, M. & F. CHIODELLI. 2020. "Migration, religion, and residential segregation at the urban level: The case of Muslim migrants in Rome and Milan". *Sociological Inquiry*, 90 (4): 867-890. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/soin.12322>.
- ATKINSON, R. & MCGARRGLE. 2009. "Urban segregation". En: R. KITCHIN & N. THRIT (edis.), *International Encyclopedia of Human Geography*, pp. 76-80. Elsevier, Amsterdam.
- BORDONS, M. y M. Á. ZULUETA. 1999. "Evaluación de la actividad científica a través de indicadores bibliométricos". *Revista Española de Cardiología*, 52(1): 790-800.
- BAYONA, J. y M. AJENJO. 2018. "Movilidad habitual y concentración territorial de la población inmigrante: el caso de la Región Metropolitana de Barcelona". *EURE*, 44(133): 161-186. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/s0250-71612018000300161>.
- BAYONA, J; GIL, F. e I. PUJADAS. 2013. "Migraciones intrametropolitanas de los extranjeros: Diferencias y semejanzas en las metrópolis de Barcelona y Madrid". *Cuadernos de Geografía*, (93): 27-51.
- CAPEL, H.; RODRIGUES, P. R. y V. UEDA. 2001. "La revista Scripta Nova: 1997-2001". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 5(104).
- CAPRON, G. y S. ARELLANO. 2006. "Las escalas de la segregación y de la fragmentación urbana". *TRACE. Travaux et Recherches dans les Amériques du Centre*, (49): 65-75. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22134/trace.49.2006.469>.

- CLAUSÓ A. 1993. "Análisis documental: el análisis formal." *Revista General de Información y Documentación*, 3(1): 11.
- CHRISTOPHER, A. 2001. "Urban segregation in post-apartheid South Africa". *Urban Studies*, 38(3): 449-466.
- CORREA, R. 2022. "Notas sobre a diferenciação espacial. *GEOUSP Espaço e Tempo*, 26(1): 2-9.
- FEITOSA, F.; QUANG B.; VLECK, P. & A. M. VIERIA. 2012. "Countering urban segregation in Brazilian cities: Policy-oriented explorations using agent-based simulation". *Environment and Planning B: Planning and Design*, 39(6). Disponible en: <https://doi.org/10.1068/b38117>.
- FIELDING, A. 2004. "Class and space: social segregation in Japanese cities". *Transactions of the Institute of British Geographers*, 29(1): 64-84.
- GÓMEZ, E.; FERNANDO, D.; APONTE, G. y L. A. BETANCOUT. 2014. "Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización". *Dyna*, 81(184). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v81n184.37066>.
- HAANDRIKMAN, K.; COSTA, R.; MALMBERG, B.; FARNER, A. & B. SLEUTJES. 2021. "Socio-economic segregation in European cities. A comparative study of Brussels, Copenhagen, Amsterdam, Oslo and Stockholm". *Urban Geography*, 44(9): 1-36. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/02723638.2021.1959778>.
- GARROCHO, C. y J. CAMPOS-ALANIS. 2013. "Réquiem por los indicadores no espaciales de segregación residencial" *Papeles de Población*, 19(77).
- HARRIS, R. 2011. "Measuring segregation? A geographical tale". *Environment and Planning*, 43(8): 1747-1753. Disponible en: <https://doi.org/10.1068/a44148>.
- HIEBERT, D. 2009 "Measurement of segregation". En: D. GREGORY; R. JOHNSTON; G. PRATT; M. WATTS; S. WHATMORE (eds.), *Dictionary of Human Geography*. Blackwell Publishing. Oxford. UK.
- IZETA, E. 2008. "Técnicas de registro y análisis bibliográfico". En: C. MINOT (Coord.), *Métodos, técnicas y documentos utilizados en Trabajo Social*, pp. 239-248. Universidad Deusto. Disponible en: <https://trabajosocialaquiyaonline.files.wordpress.com>.
- JOHNSTON, R.; POULSEN, M. & J. FORREST. 2011. "Evaluating changing residential segregation in Auckland, New Zealand, using spatial statistics". *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 102(1): 1-23. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9663.2009.00577.x>.
- KAPLAN, D. & K. WOODHOUSE. 2005 "Research in ethnic segregation ii: measurements, categories, and meanings". *Urban Geography*, 26(8): 737-745. Disponible en: [10.2747/0272-3638.26.8.737](https://doi.org/10.2747/0272-3638.26.8.737).
- LEWIS, D. 2020. "A bibliographic scan of digital scholarly communication infrastructure." *Educopia Institut*. Disponible en: <https://educopia.org/mapping-the-scholarly-communication-landscape-bibliographic-scan/>.
- LIN, S. & P. GAUBATZ. 2017. "Socio-spatial segregation in China and migrants' everyday life experiences: The case of Wenzhou". *Urban Geography*, 38(7): 1.019-1.038. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/02723638.2016.1182287>.

- MALOUTAS, T. 2004. "Editorial: Urban segregation and the European context". *The Greek Review of Social Research*, 113: 3-24. Disponible en: <https://doi.org/10.12681/grsr.9214>.
- MASSEY, D. & N.DENTON. 1988. "The dimensions of residential segregation". *Social Forces*, 67(2): 281-315. Disponible: <https://doi.org/10.2307/2579183>.
- MORRIL, R. 1991. "On the measure of geographic segregation". *Geography Research Forum*, 91: 25-36
- MUHAMMAD, M. SALIHU.; ROZILAH, KA. & D. MARTIN. 2015. "A review of residential segregation and its consequences in Nigeria". *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 6(2): 376-384. Disponible en: <https://doi.org/10.5901/mjss.2015.v6n2s1p376>.
- MUSTERD, S. & W. OSTENDORF. 2013. *Urban segregation and the welfare state: Inequality and exclusion in western cities*. Routledge. London, UK.
- NELLO, O. 2021 *Efecto barrio Segregación residencial, desigualdad social y políticas urbanas en las grandes ciudades ibéricas*. Editorial Tirant Humanidades. Valencia, España.
- NELLO, O. y I. BLANCO (eds.). 2018. *Barrios y crisis económica, segregación urbana e innovación social en Cataluña*. Tirant lo Blanch. Valencia, España.
- ORTIZ, A. & M. BAYLINA FERRÉ. 2021. "Geography and gender PhD thesis in Spain: 30 years of feminist research". *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (90). Disponible en: <https://doi.org/10.21138/bage.3144>.
- PÉREZ, J. M.; PARREÑO, J. M. y D. SÁNCHEZ. 2022. Fragmentación urbana en la ciudad española. las viejas periferias urbanas del desarrollismo. *Actas XVI Coloquio de Geografía Urbana (AGE)*, pp.181-194. Málaga-Melilla. España. (26-30 junio 2022).
- PIÑEIRO, M. A. y R. C. GONZÁLEZ. 2018. "La investigación de la actividad pesquera y marítima: un análisis a través de las revistas españolas de Geografía (1950-2015)". *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (77): 315-334. Disponible en: <https://doi.org/10.21138/bage.2543>.
- PORCEL, S. y F. ALONSO. 2021. "Barcelona y el modelo paradójico de segregación residencial". *Encrucijadas: Revista Crítica de Ciencias Sociales*, 21(1).
- PORCEL, S. y F. ALONSO. 2020. "Ciudad postindustrial y dinámicas socio-residenciales en España: Un análisis comparativo de cinco metrópolis". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, (24): 1-33. Disponible en: <https://doi.org/10.1344/sn2020.24.29092>.
- POULSEN, M. 2009. "Segregation". En: R. KITCHIN & N. THRIT (edis.), *International Encyclopedia of Human Geography*, pp. 63-69. Elsevier, Amsterdam
- RANDOLPH, B. 2020. "Dimensions of urban segregation at the end of the Australian dream". En: S. MUSTERD (Ed.), *Handbook on urban segregation*, pp. 77-100. Edward Elgar Publishing. Cheltenham.
- ROBERTS, B. & R. WILSON. 2009. *Urban segregation and governance in the Americas*. Palgrave Macmillan. London, UK.

- RÓDENAS, P.; SEGUÍ-PONS, J. & M. RUIZ PÉREZ. 2021. "A bibliometric analysis of Journal of Transport Geography (1993–2020)". *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (90). Disponible en: <https://doi.org/10.21138/bage.3105>.
- RUBIALES, M. 2020. "Segregación en las metrópolis españolas 2001-2011: un análisis con detalle territorial". *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 66(1): 83-105. Disponible en: <https://doi.org/10.5565/rev/dag.581>.
- SABATINI, F. 2003. "La segregación social del espacio en las ciudades de América Latina" en *Serie Azul*, 35 : 59-70. Banco Interamericano de Desarrollo.
- SANCHO, R. 1990. "Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica". *Revista Española de Documentación Científica*, 13(3-4): 842-865.
- SORANDO, D. 2022. "Extrañas a sí mismas: el aumento de la segregación residencial en las sociedades urbanas españolas (2001-2011)". *Arbor*, 198: 803-804. Disponible en: <https://doi.org/10.3989/arbor.2022.803-804008>.
- SORANDO, D. y J. LEAL. 2019. "Distantes y desiguales: el declive de la mezcla social en Barcelona y Madrid". *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 167: 125-148.
- SPOSITO, E. e M. E. BELTRÃO SPOSITO. 2020. *Fragmentação socioespacial*. Mercator. Fortaleza, Brasil.
- TAMMARU, T; VAN HAM, M. A.; SZYMON, M. & S. MURSTED. 2015. *Socio-economic segregation in European capital cities*. Routledge. London, UK.
- VAN RAAN, A. F. J. 1997. "Scientometrics: state-of-art". *Scientometrics*, 38(1): 205-218
- VAUGHAN, L. & S. ARBACI. 2011. "The challenges of understanding urban segregation". *Built Environment*, 37(2): 128-138. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/23290014>.
- VELASCO, B.; EIROS BOUZA, J. M.; PINILLA, J. M. y J. SAN ROMÁN. 2012. "La utilización de los indicadores bibliométricos para evaluar la actividad investigadora". *Aula Abierta*, 40(2): 75-84.
- WALKS, A. & L. BOURNE. 2006. "Ghettos in Canada's cities? Racial segregation, ethnic enclaves and poverty concentration in Canadian urban areas". *The Canadian Geographer/le Géographe Canadien*, 50(3): 273-297. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1541-0064.2006.00142.x>.
- WONG, D. 2009. "Segregation indices". En: *International Encyclopedia of Human Geography*, pp. 76-80. Elsevier. Amsterdam.
- WONG, D. 2004, "Comparing traditional and spatial segregation measures: a spatial scale perspective". *Urban Geography*, (1): 66-82.
- WONG, D. 2003, "Spatial decomposition of segregation indices: a framework toward measuring segregation at multiple levels". *Geographical Analysis*, (35): 179-194.
- WONG, D. 1993. "Spatial indices of segregation". *Urban Studies*, (30): 559-572

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Burgos, España; junio, 2023

Ecotourism carrying capacity of the Cotopaxi National Park, Central Ecuador

Capacidad de carga ecoturística del Parque Nacional Cotopaxi, Ecuador Central

Capacidade de carga de ecoturismo do Parque Nacional Cotopaxi, Equador Central

Danny Díaz-Valdez¹, Wilson Jácome-Enriquez¹, Tomás Gómez-Navarro² and Theofilos Toulkeridis¹

¹ Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) Departamento de Ciencias de la Tierra y Construcción Sangolquí, Ecuador

² Universitat Politècnica de Valencia, Departamento de Proyectos de Ingeniería Valencia, España

dfdiaz5@espe.edu.ec; wojacome@espe.edu.ec; tgomez@dpi.upv.es; ttoulkeridis@espe.edu.ec

Díaz-Valdez: <https://orcid.org/0009-0008-2740-7499>

Jácome-Enriquez: <https://orcid.org/0009-0001-1404-7278>

Gómez-Navarro: <https://orcid.org/0000-0001-6114-2414>

Toulkeridis: <https://orcid.org/0000-0003-1903-7914>

Abstract

The present research is based on the calculation of the ecotourism carrying capacity of the trails and tourist sites of the Cotopaxi National Park (PNC), according to an established methodology, for which a variety of thematic maps were considered. These were used to calculate the real carrying capacity, which together with the management capacity of the park, its effective carrying capacity was calculated. The limiting magnitudes of the correction factors were obtained through in situ measurements, using the "Total Station M3" topographic equipment, which determined the lengths of the trails with corresponding problems, in addition to the use of Geographic Information Systems (GIS). The results obtained from the Effective Carrying Capacity (ECC) of the main trails of the PNC, reflect that the trails Limpiopungo lagoon and Parking lot –José Rivas shelter, with CCE values of 1086 people/day and 635 people/day respectively, are only exceeded during Ecuadorian national holidays.

KEYWORDS: effective carrying capacity; Geographic Information Systems; ecotourism; Cifuentes methodology; Cotopaxi National Park.

Resumen

La presente investigación se basa en el cálculo de la capacidad de carga ecoturística de los senderos y sitios turísticos del Parque Nacional Cotopaxi (PNC), según una metodología establecida, para lo cual se consideró una variedad de mapas temáticos. Estos sirvieron para calcular la capacidad de carga real, que junto con la capacidad de manejo del parque, se calculó su capacidad de carga efectiva. Las magnitudes límite de los factores de corrección se obtuvieron a través de mediciones in situ, utilizando el equipo topográfico "Estación Total M3", que determinó las longitudes de los senderos con problemas correspondientes, además del uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Los resultados obtenidos de la Capacidad de Carga Efectiva (ECC) de los senderos principales de la PNC, reflejan que los senderos Laguna Limpiopungo y Estacionamiento –Refugio José Rivas, con valores de CCE de 1086 personas/día y 635 personas/día respectivamente, son solo excedida durante las fiestas patrias ecuatorianas.

PALABRAS CLAVE: capacidad de carga efectiva; sistemas de información geográfica; ecoturismo; metodología Cifuentes; Parque Nacional Cotopaxi.

Resumo

Esta pesquisa baseia-se no cálculo da capacidade de carga do ecoturismo das trilhas e locais turísticos do Parque Nacional Cotopaxi (PNC), de acordo com uma metodologia estabelecida, para a qual foram considerados diversos mapas temáticos. Eles foram usados para calcular a capacidade de carga real, que, juntamente com a capacidade de gerenciamento do parque, foi usada para calcular sua capacidade de carga efetiva. As magnitudes limitantes dos fatores de correção foram obtidas por meio de medições in situ, utilizando o equipamento topográfico 'Estação Total M3', que determinou os comprimentos das trilhas com os problemas correspondentes, além do uso de Sistemas de Informações Geográficas (GIS). Os resultados obtidos a partir da Capacidade de Carga Efetiva (CCE) das principais trilhas do PNC refletem que as trilhas Laguna Limpiopungo e Estacionamento-Refugio José Rivas, com valores de CCE de 1.086 pessoas/dia e 635 pessoas/dia, respectivamente, só são ultrapassadas durante os feriados nacionais equatorianos.

PALAVRAS-CHAVE: capacidade de carga efetiva; sistemas de informações geográficas; ecoturismo; metodologia Cifuentes; Parque Nacional Cotopaxi.

1. Introduction

The tourist carrying capacity of natural areas has been the subject of several investigations since the last century, while the first studies being those that only considered the biophysical component of the area (Dias *et al.*, 2012; Canestrelli & Costa, 1991; O'Reilly, 1986; Watson & Kopachevsky, 1996; Saveriades, 2000; Mexa & Coccossis, 2017). Starting in the 1960s, to calculate the tourist carrying capacity of a place, the social component is also considered (Lickorish, 1958; Wagar, 1964; Lickorish & Kershaw, 1956). In addition, within the investigations of tourist carrying capacity, the socioeconomic and cultural component is beginning to be taken into account, as well as the quality of the visitor's experience (Lindberg *et al.*, 1997; McCool & Lime, 2001; Zhang *et al.*, 2017). In this sense, the tourist carrying capacity was calculated of the public use areas of the Guayabo National Monument, Costa Rica, considering the natural and anthropic characteristics of the place, and applying some correction or reduction factors, as well as taking into account the management capacity of the natural area, in order to obtain the maximum number of tourists that can visit the site, without generating significant environmental impacts or with the least possible impact, thus guaranteeing sustainable management of the area (Váscones, 2013; Cifuentes, *et al.*, 1999; Gutiérrez *et al.*, 2021). Similarly, the calculation was performed of the tourist carrying capacity of Tamandaré Beach, Brazil, in order to include said site in the planning of sustainable tourist destinations (Dias, *et al.*, 2012). Hereby, the calculation of the management capacity of the area is included, based on the installed capacity and the adequate capacity of the place (Coccossis, 2022; Butler, 2020).

It should also be noted that the carrying capacity must refer to ecotourism, that is, to the activity that combines passion for travel with concern for the environment. The experts who have dealt with the subject suggest sustainability, conservation and the participation of the local community as objectives of ecotourism (ArmijosRobles *et al.*, 2022; Ross & Wall, 1999; Cobbinah *et al.*, 2015). In addition, they attribute the ability to achieve the objectives of

sustainable development in regions with ecotourism potential (Menjura & Vásquez, 2020; Stone & Wall, 2004; Kiss, 2004). Also, other authors suggest that ecotourism has been defined as an important component within sustainable tourism (Wall, 1997; Cater, 1993; Pforr, 2001). Ecotourism seeks the development of tourism focusing on natural areas that are responsible for caring for the environment and seeking adequate well-being of the communities (Cañon & Galvis, 2020).

Based on the aforementioned, for the development of this research, we considered a well-established methodology, which determines the maximum number of visits that an area can receive, for which the physical, biotic, social and management characteristics of a natural area. It consists of three calculation phases, being the Physical Load Capacity (CCF), the Real Load Capacity (CCR), and the Effective Load Capacity (CCE). To calculate each of these phases, it has been required to have previously calculated various parameters, such as the Management Capacity of the area (CM). As a study area we chose the Cotopaxi National Park (PNC), within the Andean Ecuador, which is one of the main attractions of domestic and foreign tourists.

2. Study area

The Cotopaxi National Park (PNC) was created in 1975 and was declared a National Park within the National System of Protected Areas in 1979 (FIGURE 1). The PNC has an area of 33,393 ha, its main tourist attraction being the active Cotopaxi Volcano with a height of 5,897 meters above sea level (Jacome *et al.*, 2013; Mora *et al.*, 2022; Aguilera and Toulkeridis, 2005). The main objective of the park is the conservation of the natural resources present in this area, especially the Cotopaxi volcano, which is its main tourist attraction, especially due to its devastating past with farreaching hazards and its recent signs of activity (Rodriguez *et al.*, 2017; Toulkeridis *et al.*, 2015; Echegaray-Aveiga *et al.*, 2020; Vaca *et al.*, 2016; Toulkeridis & Zach, 2017; Padilla Almeida *et al.*, 2022). It is necessary to mention that it was the first National Park within continental Ecuador and the second National Park

of Ecuador (Ministry of Tourism, 2009). Currently, in the country there are 60 protected natural areas, of which 11 are considered national parks, among

them the Cotopaxi National Park, which is the most important in continental Ecuador (Ecotec University, 2021).



FIGURE 1. Location of the Cotopaxi National Park within central Ecuador

It should be noted that a protected area is a geographically defined surface and established by a law or legal norm, in order to meet certain conservation objectives (Aguirre, 2014). Likewise, it can be pointed out that protected natural areas are clearly determined geographical spaces, recognized and managed through legal regulations, in order to achieve the long-term conservation of nature, its ecosystem services and its associated cultural values (Dudley, 2008). Protected areas are areas of land and/or seas specially dedicated to the protection and maintenance of biological diversity, as well as natural resources and associated cultural resources, and managed through legal means or other effective means (IUCN, 1998). In Ecuador, protected areas represent approximately 20% of the

national territory. These areas fall within the highest category of protection in accordance with national environmental legislation (MAATE, 2023).

According to the Constitution of the Republic of Ecuador of 2008, the protected natural areas make up the National System of Protected Areas (SNAP), which was subdivided into four subsystems, one of the most important of which is the 'Heritage of State Natural Areas' (PANE), which contains national parks such as the PNC. The Cotopaxi National Park has various tourist trails, among which may be highlighted as the Limpiopungo Lagoon trail, Parking -José Rivas Shelter trail, the Rumiñahui volcano trail and the Springs trail (FIGURE 2).

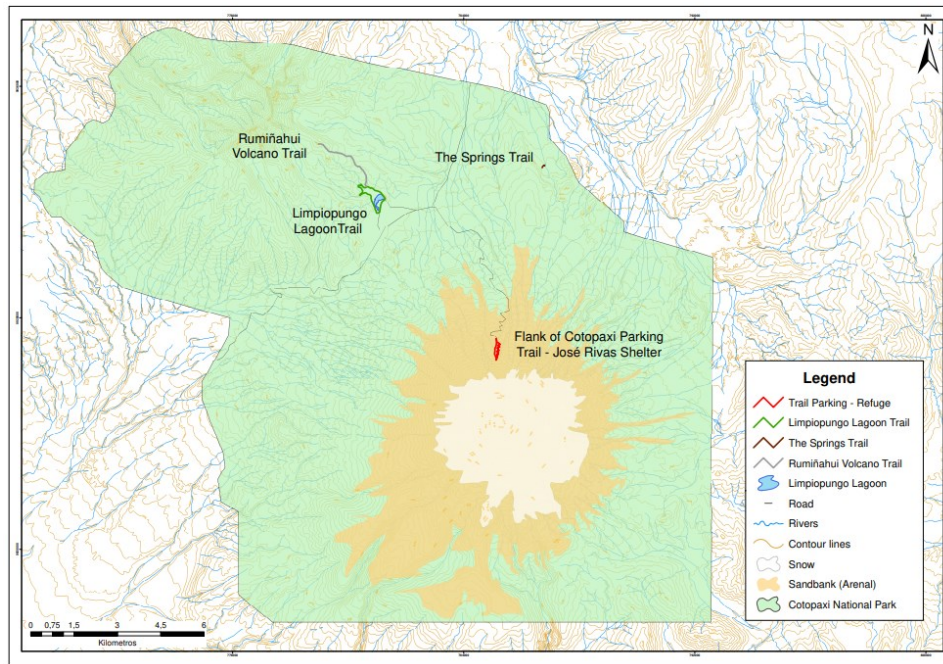


FIGURE 2. Map of the PNC and the ecotourism trails

3. Methodology

To calculate the ecotourism carrying capacity of the PNC trails and tourist sites, the used methodology was illustrated in FIGURE 3.

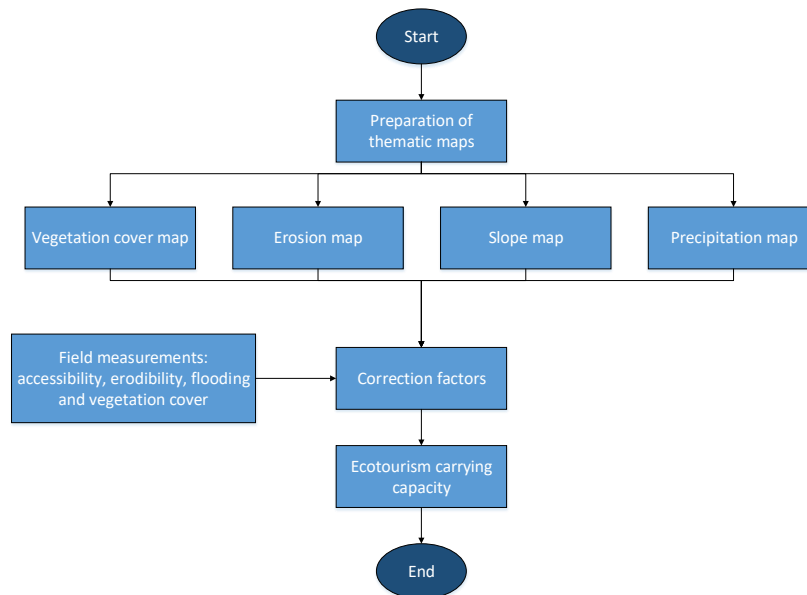


FIGURE 3. Research methodology applied in the current study

3.1 Preparation of thematic maps

In order to obtain the correction factors, necessary to calculate the actual carrying capacity of the different trails and tourist sites in the park, we proceeded to obtain a variety of maps including the erosion (FIGURE 4A), vegetation cover (FIGURE 4B),

isohyets (FIGURE 4C) and slopes (FIGURE 4D), which will provide the information required for each of the correction factors. For this, we first proceeded to obtain the general base map with a scale of 1:50,000, where the main trails of the park are located.

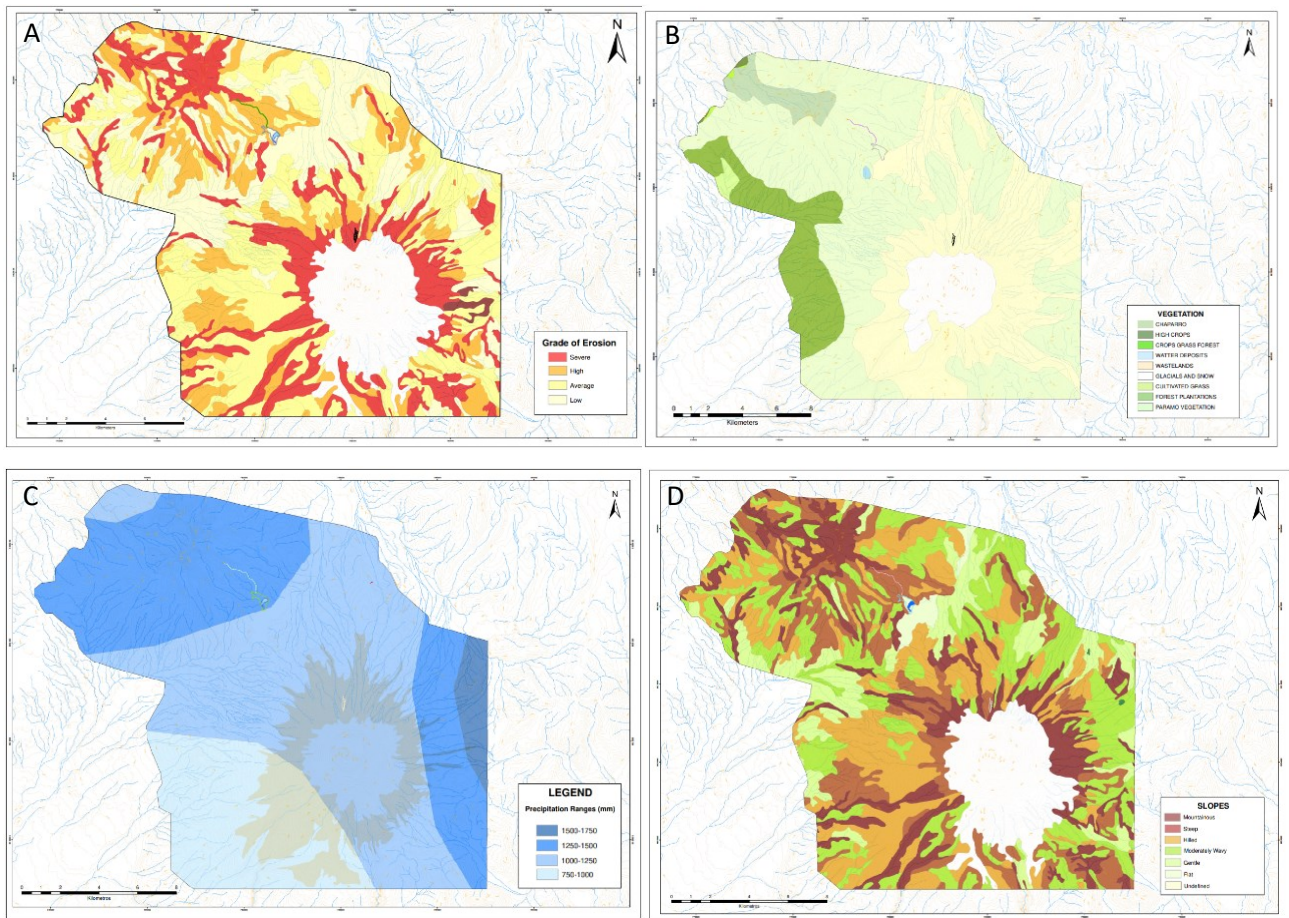


FIGURE 4. Thematic maps of the PNC. A: Erosion; B: Vegetation cover; C: Isohyets; D: Slopes. Next, the 1:5000 scale maps were digitized for each of the four National Park trails, obtaining the following maps, which will later be used to calculate the ecotourism carrying capacity (FIGURE 5)

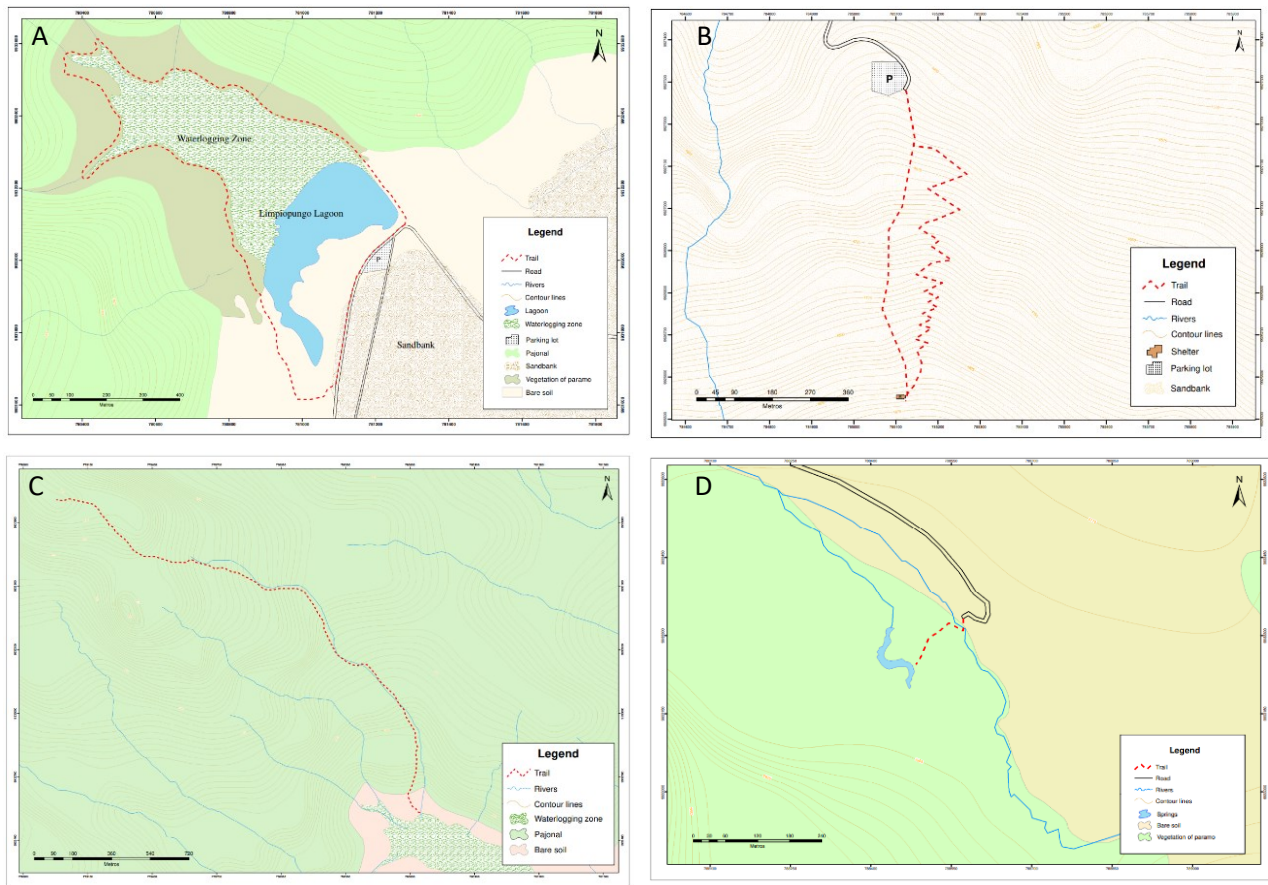


FIGURE 5. Map of the PNC ecotourism trails. A: Limpioyungo Lagoon trail; B: Parking lot – Shelter trail; C: Rumiñahui Volcano trail; D: The Springs trail

Following, the length of the trails was calculated using ArcGIS, the results of which are presented as well as the location within the PNC (FIGURE 6).

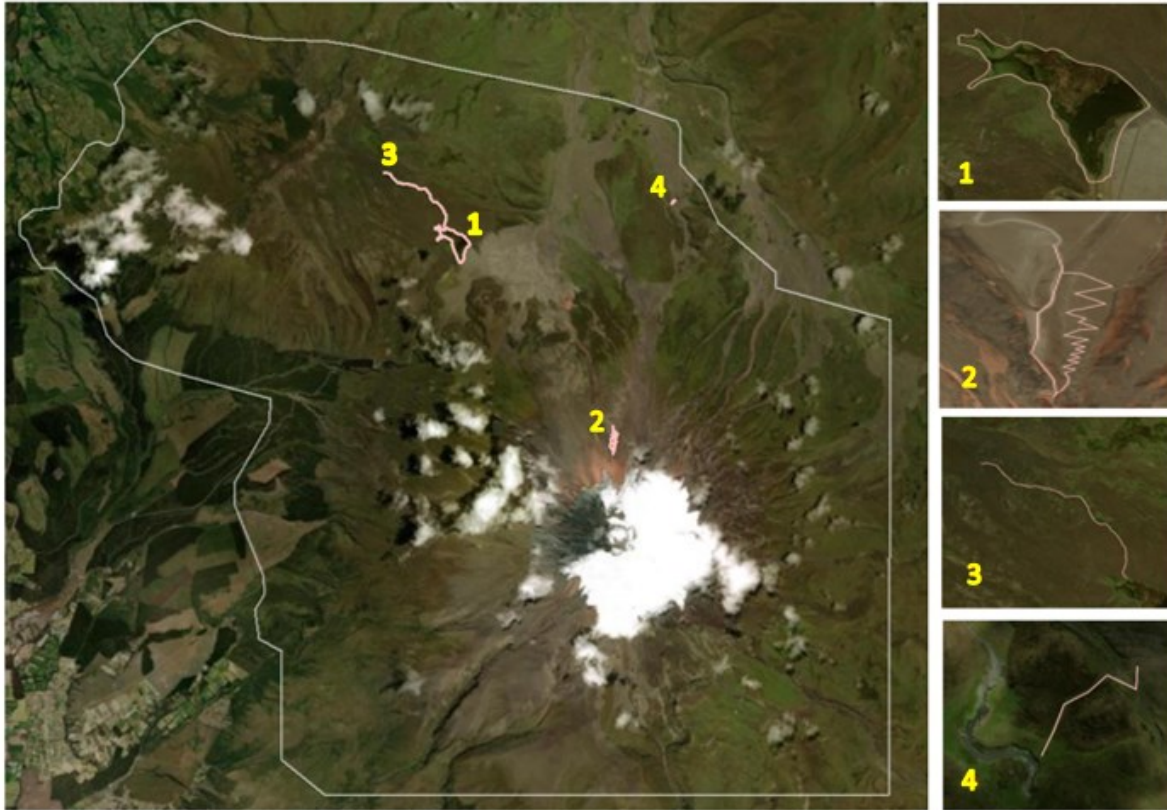


FIGURE 6. Location and lengths of trails. 1: Limpiopungo lagoon (2905 m); 2: Parking lot on the slope of the Cotopaxi volcano -José Rivas Shelter (2140 m); 3: Rumiñahui volcano (4606 m); 4: The Springs (158 m)

3.2 Calculation of the ecotourism carrying capacity of the trails

We performed a variety of calculations based on the methodology of Cifuentes *et al.* (1999) and Gutiérrez *et al.* (2021), which included separate calculations of the Physical Load Capacity, the Real Cargo Capacity the Effective Load Capacity, the Correction Factors and finally the Management Capacity.

3.2.1 Physical Load Capacity (CCF)

The Physical Load Capacity corresponds to the maximum limit of visits that can be made to the area or tourist site during the day. This is obtained through the relationship between the visit factors (visit hours and time), the space available in the area or trail, and the need for space that each visitor needs.

3.2.2 Real Cargo Capacity (CCR)

The Real Cargo Capacity corresponds to the maximum limit of visits, which is obtained from the CCF, of a tourist site, for which it is necessary to apply correction factors, the same ones that depend on the characteristics of the area of interest.

3.2.3 Effective Load Capacity (CCE)

The Effective Load Capacity corresponds to the maximum limit of visits that are obtained from the CCR capacity, for which it is necessary to consider the management capacity of the study area.

3.2.4 Correction Factors

The correction factors are those that allow reducing the physical carrying capacity, according to the physical, biotic and social characteristics of the

area of interest. These factors can be soil erosion, accessibility, precipitation, waterlogging, and vegetation cover. Once all the correction factors

have been calculated, the real load capacity (CCR) is expressed through the following formula:

$$CCR = CCF * FC_1 * FC_2 * FC_n \tag{1}$$

Where:

CCR: Real Load Capacity

CCF: Physical Load Capacity

FC₁: Variable 1 correction factor

FC₂: Correction factor of variable 2

FC_n: Correction factor of variable n

3.2.5 PNC Management Capacity

The management capacity (CM) of a protected area is measured by three main indicators, being personnel, infrastructure and equipment. In this

way, the MC is a function of the three indicated indicators, and can be calculated using the following formula:

$$CM(\%) = \frac{Personnel(\%) + Infrastructure(\%) + Equipment(\%)}{3} \tag{2}$$

In order to calculate the ecotourism carrying capacity of the trails, we followed the mentioned methodology by using the given thematic maps (erosion, vegetation cover, isohyets, slopes and ecotourism trails), in addition to field

measurements, as performed to obtain the correction factors, such as accessibility, erodibility, flooding, precipitation and vegetation cover, thus resulting to the physical, real and effective carrying capacity.

3.3 Ecotourism Carrying Capacity

3.3.1 Ecotourism carrying capacity of the Cotopaxi Park Trail – José Rivas Shelter Trail

To calculate the total length of this path, one outbound path and one return path were considered. For the outbound trail of the Cotopaxi Parking to the Jose Rivas Shelter, a zigzag variant

resulted to a length of some 1377 m, while the return trail reached some 763 m. In this way, the total length of the path (mt) is 2140 meters. Additionally, some more variables have been elaborated as summarized in TABLE 1, which have led to further calculations such as number of visits among others.

TABLE 1. Data of the Cotopaxi volcano Parking – José Rivas Shelter trail

Variables	Quantity	Unit
Total length of the trail	2140	meters (m)
Surface or distance from a person	1	meters (m)
Visiting hours	9	hours (h)
Duration of the tour	3	hours (h)

Number of people per group		16	people
Distance between groups		50	meters (m)
Precipitation	Number of months per year	8	months
	Number of weeks per month	4.34	weeks
	Number of days per week	7	days
	Number of hours per day	3	hours (h)
Hours open to the public	number of weeks	52	weeks
	Number of days per week	7	days
	Number of hours per day	9	hours (h)
Handling Capacity		60	%

Calculation of Number of Visits (NV):

$$\text{Number of visits} = \frac{\text{Visiting hours (hours open to the public)}}{\text{Time needed to visit the trail}}$$

$$NV = \frac{9 \text{ Hours}}{3 \text{ Hours}}$$

$$NV = 3$$

Calculation of Physical Load Capacity (CCF):

$$\text{Physical Load Capacity} = \frac{\text{trail length}}{\text{area occupied by a person}} * NV$$

$$CCF = \frac{S}{sp} * NV$$

$$CCF = \frac{2140m}{1m} * 3$$

$$CCF = 6420 \text{ people/day}$$

For the calculation of the Real Load Capacity (CCR), some corrections as factors have been considered and performed such as social, accessibility and precipitation factors. The calculation of the social factor is essential, since it includes the number of people that must be part of each visiting group, the distance between each member and the separation distance between groups. To calculate the number of groups (NG), 16 people per group were

considered (number of people assigned to each visiting group in the country's protected areas), with a person-to-person separation of 1 meter, giving a total 16 meters long that the group occupies. The separation between groups on this trail was considered 50 meters as recommended elsewhere (Cifuentes *et al.*, 1999).

Calculation of the Number of Groups (NG):

$$\begin{aligned}
 \text{Group length} &= 16\text{m} \\
 \text{Separation between groups} &= 50\text{m} \\
 \text{Distance required by each group} &= 16\text{m} + 50\text{m} \\
 \text{Distance required by each group} &= 66\text{m} \\
 \text{Number of Groups} &= \frac{\text{Total length of the path}}{\text{Distance required by each group}} \\
 NG &= \frac{2140\text{ m}}{66\text{ m}} \\
 NG &= 32.42
 \end{aligned}$$

Calculation of number of people (P). The number of people who can be simultaneously on the trail is calculated, based on the following equation:

$$\begin{aligned}
 \text{Number of people} &= \text{Number of Groups} * \text{Number of people per group} \\
 P &= NG * \text{Number of people per group} \\
 P &= 32.42 * 16 \\
 P &= 518.79
 \end{aligned}$$

To calculate the limiting magnitude (ml) of the social factor, it is necessary to know the total magnitude (mt), which is equal to the total length of the trail (which was obtained by applying GIS tools), as well as the number of people who they could be simultaneously on the path (P).

$$\begin{aligned}
 \text{limiting quantity} &= \text{overall magnitude} - \text{number of people} \\
 ml &= mt - P \\
 ml &= 2140\text{ m} - 518.79\text{ m} \\
 ml &= 1621.21\text{ m}
 \end{aligned}$$

According to the explained methodology, to calculate the social correction factor (FCsoc), the following formula is followed that uses the total magnitude (mt) and the limiting magnitude (ml), calculated previously.

$$\text{Social Correction Factor} = 1 - \frac{\text{limiting magnitude}}{\text{total magnitude}}$$

$$FC_{soc} = 1 - \frac{ml}{mt}$$

$$FC_{soc} = 1 - \frac{1621.21}{2140}$$

$$FC_{soc} = 0.242$$

It follows the identification of the limiting magnitude for erodibility (mlero). Hereby, according to the erosion and slope maps, there is a degree of severe erosion and a steep slope. In the first section of the trail (parking lot - ridge - parking lot), giving a limiting magnitude of 138 meters (round trip), data that was measured in the field with the M3 Total Station equipment.

$$\text{Limiting quantity due to erodibility} = 138 \text{ m}$$

$$mlero = 138 \text{ m}$$

Calculation of the Correction Factor for erodibility (FCero):

$$\text{Correction factor for erodibility} = 1 - \frac{\text{limiting magnitude}}{\text{overall magnitude}}$$

$$FCero = 1 - \frac{mlero}{mt}$$

$$FCero = 1 - \frac{138}{2140}$$

$$FCero = 0.936$$

Next, we performed the calculation of the correction factor for precipitation (FCprec). For the calculation of this correction factor, the isohyet map was used, in which there is an average precipitation degree of 1000 to 1500 mm. In addition, the precipitation data of the study area, from the National Institute of Meteorology and Hydrology (INAMHI), were considered, which present a range of 1000 to 2000 mm per year, with higher rainfall from January to May and from October to December (INAMHI, 2022). Thus, for the calculation of the correction factor for rainfall, eight months were considered. Furthermore, we calculated the limiting hours due to precipitation (hlprec). For this calculation, according to what was previously explained, for the limiting magnitude due to precipitation, eight months, 4.34 weeks per month, seven days a week that the park is open to the public, and an average of three days were taken into account with daily hours of rainfall between 2:00 p.m. - 5:00 p.m. as restricted hours within the given visiting hours.

$$hlprec = \text{months} * \text{weeks} * \text{days} * \text{hours}$$

$$hlprec = 8 * 4.34 * 7 * 3$$

$$hlprec = 729 \text{ h}$$

It followed the calculation of the total hours that the park is open to the public (ht). For this calculation, we established 52 weeks of the year, seven days a week, and nine hours a day that the park is open to the public (08:00 am – 05:00 pm).

$$ht = \text{weeks} * \text{days} * \text{hours}$$

$$ht = 52 * 7 * 9$$

$$ht = 3276 \text{ h}$$

Finally we proceed to calculate the correction factor for precipitation:

$$\text{Correction Factor for precipitation} = 1 - \frac{\text{limiting magnitude}}{\text{overall magnitude}}$$

$$FC_{prec} = 1 - \frac{ml_{prec}}{mt}$$

$$FC_{prec} = 1 - \frac{729}{3276}$$

$$FC_{prec} = 0.777$$

To conduct the calculation of the Correction Factor for accessibility, the slope map and the work carried out in the field were considered, since the first section of the path is steeper, which makes accessibility kind of difficult for tourists. Thus, the limiting magnitude for accessibility is equal to 138 meters.

$$\text{Correction Factor for precipitation} = 1 - \frac{\text{limiting magnitude}}{\text{overall magnitude}}$$

$$FC_{acc} = 1 - \frac{ml_{acc}}{mt}$$

$$FC_{acc} = 1 - \frac{138}{2140}$$

$$FC_{acc} = 0.936$$

Finally, we proceed to calculate the real load capacity, multiplying the physical load capacity by the previously calculated correction factors.

Calculation of the Real Load Capacity:

$$CCR = CCF(FC_{Soc} * FC_{Cero} * FC_{acc} * FC_{prec})$$

$$CCR = 6420(0.242 * 0.936 * 0.936 * 0.777)$$

$$CCR = 1059 \text{ persons/day}$$

For this calculation, it has been necessary to obtain the handling capacity (CM%) of the park, which will be multiplied by the actual carrying capacity. According to the consultations carried out and

based on the established field visits, it is possible to be determined that the management capacity of the PNC is approximately 60%.

$$\text{Effective Load Capacity} = \text{Actual Load Capacity} * \text{Handling Capacity (\%)}$$

$$CCE = CCR * CM$$

$$CCE = 1059 * 0.6$$

$$CCE = 635 \frac{\text{persons}}{\text{day}}$$

3.3.2 Ecotourism carrying capacity of the Limpiopungo Lagoon trail

Following the indicated methodology and with the general data of Table 1, we proceed to calculate the CCE, for this, only the new data on the length of the trail (2905 m) and the duration of the visit (1.5 h), with which the following results are obtained, resulting to LV=6 and CCF=17430 people/day. For the calculation of the Real Carrying Capacity, the following correction factors were considered such as for social factor NG=44; P=704; ml=2200 m, being a FCsoc of 0.242.

The Precipitation correction factor (FCprec) is of about 0.777, while the Flooding Correction Factor

(FCane) needed to be calculated. For the calculation of the limiting magnitude due to flooding, the slope map was taken into account, in which it is observed that there are sections of the trail with a flat slope, which was verified through field observations. The measurements were made of sections of the trail prone to flooding, which were measured with the M3 Total Station topographic equipment, in order to obtain more precise measurements. In this way, the total section of the trail with waterlogging problems (mlane) was measured, whose value is 126 m. In this way we obtained:

$$FCane = 1 - \frac{mlane}{mt}$$

$$FCane = 1 - \frac{126}{2905}$$

$$FCane = 0.956$$

This correction factor for vegetation cover (FCcob) was considered, due to the fact that the trail crosses fragile vegetation cover (paramo), which warranted the calculation of a limiting magnitude. In this

sense, by the measurements carried out in the field, the limiting magnitude for vegetation cover is equal to 1230 meters.

$$FCcob = 1 - \frac{mlcob}{mt}$$

$$FCcob = 1 - \frac{1230}{2905}$$

$$FCcob = 0.576$$

Finally, the calculation of the real load capacity is carried out, multiplying the physical load capacity by the previously calculated correction factors.

$$\begin{aligned} CCR &= CCF(FC_{Soc} * FC_{prec} * FC_{cane} * FC_{cob}) \\ CCR &= 17430(0.242 * 0.777 * 0.956 * 0.576) \\ CCR &= 1811 \text{ persons/day} \end{aligned}$$

While the Effective Load Capacity has been:

$$\begin{aligned} CCE &= CCR * CM \\ CCE &= 1811 * 0.6 \\ CCE &= 1086 \text{ persons/day} \end{aligned}$$

3.3.3 Ecotourism carrying capacity of the Rumiñahui Volcano trail

For this trail, the new data to establish have been the length of the trail (9221 m) and the duration of the visit (3.5 h). This resulted to a NV of 2 and a CCF of 18424 people/day. To calculate the Real Carrying Capacity, the following correction factors were obtained NG=139.58; P=2233; ml= 6978 m;

FC_{soc}=0.243 and FC_{prec}=0.777. Later, we also calculated the Accessibility Correction Factor (FC_{acc}). According to the slope map, there is a limiting magnitude for accessibility of 626.5 meters (1,253 roundtrip meters), which corresponds to the first section of the trail, which starts from the Limpiopungo Lagoon.

$$\begin{aligned} FC_{acc} &= 1 - \frac{1253}{9221} \\ FC_{acc} &= 0.864 \end{aligned}$$

The limiting magnitude due to erodibility (FC_{ero}) was calculated with information from the erosion and slope map, thus having the last section of the trail with characteristics of severe erosion and a

mountainous slope. This last section of the trail that reaches the slopes of the Rumiñahui Volcano, is 341 meters long (682 meters round trip).

$$\begin{aligned} FC_{ero} &= 1 - \frac{682}{9221} \\ FC_{ero} &= 0.926 \end{aligned}$$

According to the measurements carried out in the field, the limiting magnitude due to vegetation

cover (FC_{cob}) is equal to 795 meters (1590 meters round trip).

$$\begin{aligned} FC_{cob} &= 1 - \frac{1590}{9212} \\ FC_{cob} &= 0.827 \end{aligned}$$

In this way, the CCR is obtained, being:

$$\begin{aligned} CCR &= CCF(FC_{Soc} * FC_{Cero} * FC_{acc} * FC_{prec} * FC_{cob}) \\ CCR &= 18424(0.243 * 0.926 * 0.864 * 0.777 * 0.827) \\ CCR &= 2298 \text{ persons/day} \end{aligned}$$

And the Effective Load Capacity as:

$$\begin{aligned} CCE &= CCR * CM \\ CCE &= 2298 * 0.6 \\ CCE &= 1379 \text{ persons/day} \end{aligned}$$

3.3.4 Ecotourism carrying capacity of the Springs trail

For the Springs trail, the new data to consider have been the length of the trail (158 m) and the duration of the visit (0.5 h), with which we obtained NV of 18 and CCF of 2844 persons/day.

For the Real Carrying Capacity, the social factor yielded NG=3.95; P=39.5; ml= 118.5 leading to a FC_{soc}=0.250. The Precipitation correction factor (FC_{prec}) has been of 0.777.

In this way, the CCR is obtained:

$$\begin{aligned} CCR &= CCF(FC_{Soc} * FC_{prec}) \\ CCR &= 2844(0.250 * 0.777) \\ CCR &= 553 \text{ persons/day} \end{aligned}$$

And an Effective Load Capacity:

$$\begin{aligned} CCE &= CCR * CM \\ CCE &= 553 * 0.6 \\ CCE &= 332 \frac{\text{persons}}{\text{day}} \end{aligned}$$

In this way, all the data obtained of the different paths regarding their real and effective physical load capacity have been summarized in [TABLE 2](#).

TABLE 2. Physical, Real and Effective Load Capacity of the PNC trails

Name / site	Physical Load Capacity (CCF)	Real Load Capacity (CCR)	Effective Load Capacity (CCE)
Limpio-pungo Lagoon Trail	17430 people/day	1811 people/day	1086 people/day
Cotopaxi Volcano Parking Trail – José Rivas Shelter Trail	6420 people/day	1059 people/day	635 people/day
Rumiñahui Volcano Trail	18424 people/day	2298 people/day	1379 people/day
The Springs Trail	2844 people/day	553 people/day	332 people/day

According to the existing literature and national and international experiences, the total ecotourism carrying capacity of the PNC can be obtained, adding the carrying capacities of the sites with the greatest tourist concurrence. For the present case, it corresponds to adding the carrying capacities of the trails Limpio-pungo Laguna Trail (1087 people/day) and Cotopaxi Volcano Parking Trail – José Rivas Shelter Trail (635 people/day). That is, the total capacity of the PNC is 1722 people/day, and it should be noted that this is a referential value that will vary, depending on whether tourists visit a single site or prefer to visit the two sites with the highest influx, for which take into account the ecotourism carrying capacity of each trail.

Based on the statistical data of the PNC, and also on the current performed calculations, it can be noted that the ecotourism carrying capacity of the park has only been exceeded on national holidays, which should be considered to perform the corresponding control measures. Thus, based on the tourism statistical data in the PNC (MAATE, 2022), the influx of tourists to the park increased in 2022, especially on the holidays of Carnival (4 days) and Easter (3 days), in which 6939 and 6420 visitors arrived, respectively. It means that the average of visitors per day was 1735 and 2140 respectively. Besides, in the previous main holiday, due to the

Independence of the city of Guayaquil (8, 9 y 10 de October 2021), the number of visitors was about 6000, which means about 2000 tourists/day.

In this context, the calculated carrying capacity of the PNC (1722 people/day) is surpassed only in the Ecuadorian holidays. The environmental impacts due to this high influx of tourists are basically those due to the lack of tourism control. Thus, the main impacts are due to the generation of solid waste, which contaminate the air, water and soil components. Likewise, uncontrolled tourism causes alterations in the landscape and loss of biodiversity. Moreover, according to Loaiza (2018), there are various environmental impacts caused in ecological zones by uncontrolled tourism. Among them, the most representative are the different types of pollution to the environment by the different residues emitted by uncontrolled tourist activity, the excess population and its agglomeration in protected areas, land use problems, ecological breakdown, damage to nature, and inadequate management of waste from the corresponding tourism.

Finally, a tourists entering control program should be implemented in the Cotopaxi National Park, in order to avoid all of those environmental impacts just mentioned previously, especially during the national holidays.

4. Conclusions

The Cifuentes methodology for calculating the tourist carrying capacity was very applicable to the Cotopaxi National Park, obtaining very good results for the ecotourism carrying capacity of the park's trails and tourist sites. Also, the GIS tools were very

useful for the analysis of the correction or reduction factors of the physical load capacity, through obtaining thematic maps including vegetation cover, erosion, slopes and isohyets.

The ecotourism carrying capacity of the trails and tourist sites of the national park depends a lot on several factors such as length of the trail, number of tourists per group, condition of the trail (accessibility, erosion, slope, waterlogging) and precipitation, in addition to the management capacity of the park in terms of infrastructure, equipment and personnel.

The number of visitors to the various trails and tourist sites in the park depends to a great extent on the state in which said trails and sites are maintained and located, thus, the trail in the best conditions for visiting is the one to the Limpiopungo Lagoon, which is visited by approximately 60% of tourists, then there is the trail to the José Rivas Refuge, which despite having a steep slope, is visited by approximately 40% of tourists, while the trails in less condition for visits,

that are the path to the Rumiñahui Volcano and the one to the Springs, having a much lower tourist influx.

According to the calculations made, the trails with the highest ecotourism carrying capacity are Rumiñahui Volcano with 1,379 tourists/day and Limpiopungo Lagoon with 1,087 tourists/day.

Finally, according to the statistical data of the PNC, and based on the current performed calculations, it can be noted that the tourist carrying capacity of the park has only been exceeded on national holidays, which should be considered to carry out the corresponding control measures.

Finally, the least ecotourism carrying capacity corresponds to The Springs Trail, with 332 tourists/day. This is due to the relatively far location of such a trail and also because of the lack of dissemination and publicity.

5. References quoted

- AGUILERA, E. & T. TOULKERIDIS. 2005: *El Volcán Cotopaxi, una amenaza que acecha*. COSUDE, CGVG-USFQ, ESPE, FOES. 52 pp. Quito. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/277660468>.
- AGUIRRE, Z. 2014. *Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador*. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. Tesis de Ingeniería. Disponible en: <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/snap-del-ecuador-2014-za.pdf>.
- ARMIJOS-ROBLES, L. A.; COLLAGUAZO-NARVÁEZ, C. I. & T. TOULKERIDIS. 2022. Community Tourism in Yunguilla, Ecuador: Analysis from the Approach of Sustainable Development. In *XV Multidisciplinary International Congress on Science and Technology*, 117-130. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-96046-9_9.
- BUTLER, R. W. 2020. "Tourism carrying capacity research: a perspective article". *Tourism Review*, 75(1): 207-211. Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/TR-05-2019-0194/full/html>.
- CANESTRELLI, E. & P. COSTA. 1991. "Tourist carrying capacity: A fuzzy approach". *Annals of tourism research*, 18(2): 295-311. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/>.
- CAÑÓN, J. & D. GALVIS. 2020. *Ecoturismo: Estrategias para un desarrollo sostenible en la Macarena*. (Tesis de Licenciatura). Colegio de Estudios Superiores de Administración, Bogotá, Colombia. Disponible en: <https://repository.cesa.edu.co/>.
- CATER, E. 1993. "Ecotourism in the third world: Problems for sustainable tourism development". *Tourism management*, 14(2): 85-90. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/>.

- CIFUENTES, M.; MESQUITA, C. A.; MENDEZ, J.; MORALES, M. E.; AGUILAR, N.; CANCINO, D.; ... M. TURCIOS. 1999. *Capacidad de Carga Turística de las Áreas de Uso Público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica*. Turrialba, CC.R., WWF, CATIE. Disponible en: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36317143>.
- COBBINAH, P. B.; BLACK, R. & R. THWAITES. 2015. "Ecotourism implementation in the Kakum Conservation Area, Ghana: Administrative framework and local community experiences. *Journal of Ecotourism*", 14(2-3): 223-242. Disponible en: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781315205205-9/>.
- COCCOSSIS, H. 2022. "Tourism carrying capacity". In: *Encyclopedia of Tourism Management and Marketing*, pp. 400-403. Edward Elgar Publishing. UK.
- DIAS E CORDEIRO, I.; KÖRÖSSY, N. & V. S. FRAGOSO SELVA. 2012. "Determinación de la capacidad de carga Turística. El caso de Playa de Tamandaré – Pernambuco – Brasil". *Estudios y Perspectivas en Turismo*. 21(6): 1.630-1.645. Disponible en: <https://go.gale.com/ps/i.do?>
- DUDLEY, N. 2008. *Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas*. Disponible en: <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/paps-016-es.pdf>
- ECHEGARAY-AVEIGA, R. C.; RODRÍGUEZ-ESPINOSA, F.; TOULKERIDIS, T. & R. D. ECHEGARAY-AVEIGA. 2020. "Possible effects of potential lahars from Cotopaxi volcano on housing market prices". *Journal of Applied Volcanology*, 9: 1-11. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/s13617-020-00093-1>.
- GUTIÉRREZ, L.; MARTINEZ, S.; GOMEZ, C.; GIL, V. & L. CABEZAS. 2021. "Cálculo de la capacidad de carga y capacidad de acogida turística multicriterio para la reserva biológica El Encenillo, Guasca, Cundinamarca, Colombia". *Investigaciones Turísticas*, 21: 224-255. Disponible en: <https://doi.org/10.14198/INTURI2021.21.11>.
- INAMHI, 2022. *Meteorological Bulletin month: February 2022*. Disponible en: http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/bolhist/cli/2016/MENSUAL/bol_feb_2016.pdf. (Last accessed on 13th, 7, 2022).
- JÁCOME-ENRÍQUEZ, W.; GÓMEZ-NAVARRO, T. & R. PACHAMAMA-MÉNDEZ. 2014. *Assessing the sustainability of grazing in protected natural areas by means of the ANP: a case study in the Cotopaxi National Park (Ecuador)*. The use of ANP for the assessment of environmental problems. Disponible en: <https://isahp.org/uploads/41.pdf>.
- KISS, A. 2004. "Is community-based ecotourism a good use of biodiversity conservation funds?". *Trends in ecology & evolution*", 19(5): 232-237. Disponible en: [https://www.cell.com/trends/ecology-evolution/fulltext/S0169-5347\(04\)00065-5](https://www.cell.com/trends/ecology-evolution/fulltext/S0169-5347(04)00065-5).
- LICKORISH, L. J. 1958. "Transport and tourist policy". *The Tourist Review*, 13(3): 93-94. Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/eb059810/full/html>.

- LICKORISH, L. J. & A. G. KERSHAW. 1956. "How much further?". *The Tourist Review*, 11(1): 1-30. Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/eb059762/full/html>.
- LINDBERG, K.; MCCOOL, S. & G. STANKEY. 1997. "Rethinking carrying capacity". *Annals of tourism research*, 24(2), 461-465. Disponible en: <https://www.researchgate.net/profile/Stephen-Mccool/publication/256987158>.
- LOAIZA C., P. 2018. *El turismo y los impactos ambientales casa: Bosque petrificado de Puyango*. Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Samborondón. (Trabajo de Titulación). Disponible en: <http://http://repositorio.uees.edu.ec/>.
- MAATE. 2023. *Áreas Protegidas*. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/areas-protectidas-3/>.
- MAATE. 2022. *Plan de Manejo Parque Nacional Cotopaxi*. Disponible en: <http://190.152.46.74/documents/10179/242256/31+PLAN+DE+MANEJO+COTOPAXI+4.pdf/>.
- McCOOL, S. F. & D. W. LIME. 2001. "Tourism carrying capacity: tempting fantasy or useful reality?". *Journal of sustainable tourism*, 9(5): 372-388. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09669580108667409>.
- MENJURA, M. & S. VÁSQUEZ. 2020. *Análisis de Potencialidades y Retos para Desarrollar Turismo Ecológico de Lujo*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Externado de Colombia. Bogotá, Colombia. Disponible en: <https://bdigital.uexternado.edu.co/handle/001/2988>.
- MEXA, A. & H. COCCOSSIS. 2017. "Tourism carrying capacity: a theoretical overview". In: *The challenge of tourism carrying capacity assessment*, 53-70. Disponible en: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781315240817-12/tourism-carrying-capacity-theoretical-overview-alexandra-mexa-harry-coccosis>.
- MINISTERIO DE TURISMO. 2009. *Guía Interpretativa del Parque Nacional Cotopaxi*. Disponible en: <https://studylib.es/doc/6931995/gu%C3%ADa-interpretativa-del-parque-nacional-cotopaxi>.
- MORA, M. J. M.; GONZÁLEZ, C. A. L.; HIDALGO, D. A. E. & T. TOULKERIDIS. 2022. "Determination of altitudes of the three main Ecuadorian summits through GNSS positioning". *Geodesy and Geodynamics*, 13(4): 343-351. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/>.
- O'REILLY, A. M. 1986. "Tourism carrying capacity: Concept and issues". *Tourism management*, 7(4): 254-258. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/>.
- PADILLA ALMEIDA, O.; TOULKERIDIS, T. & J. BOSQUE SENDRA. 2022. Smart City Planning with Geomatic Modeling of Lahar Evacuation Routes in the Northern Populated Area of Cotopaxi Volcano, Ecuador. In *Doctoral Symposium on Information and Communication Technologies-DSICT* (pp. 74-88). Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-93718-8_7.
- PFORR, C. 2001. "Concepts of sustainable development, sustainable tourism, and ecotourism: Definitions, principles, and linkages". *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*, 1(1): 68-71. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15022250127788>.

- RODRIGUEZ, F.; TOULKERIDIS, T.; SANDOVAL, W.; PADILLA, O. & F. MATO. 2017. "Economic risk assessment of Cotopaxi volcano, Ecuador, in case of a future lahar emplacement". *Natural Hazards*, 85: 605-618. Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11069-016-2659-4.pdf>.
- ROSS, S. & G. WALL. 1999. "Ecotourism: towards congruence between theory and practice". *Tourism management*, 20(1): 123-132. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/>.
- SAVERIADES, A. 2000. "Establishing the social tourism carrying capacity for the tourist resorts of the east coast of the Republic of Cyprus". *Tourism management*, 21(2): 147-156. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/>.
- STONE, M. & G. WALL. 2004. "Ecotourism and community development: case studies from Hainan, China". *Environmental management*, 33: 12-24. Disponible en: <https://uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/994/>.
- TOULKERIDIS, T. & I. ZACH. 2017. "Wind directions of volcanic ash-charged clouds in Ecuador—implications for the public and flight safety". *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 8(2): 242-256. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19475705.2016.1199445>.
- TOULKERIDIS, T.; ARROYO, C. R.; CRUZ D'HOWITT, M.; DEBUT, A.; VACA, A. V.; CUMBAL, L.; ... & E. AGUILERA. 2015. "Evaluation of the initial stage of the reactivated Cotopaxi volcano—analysis of the first ejected fine-grained material". *Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions*, 3(11): 6947-6976. Disponible en: <https://nhess.copernicus.org/preprints/nhess-2015-287/>.
- UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA (UICN). 1998. *Áreas Protegidas Beneficios más allá de las Fronteras*. La CMAP en Acción. Disponible en: https://www.iucn.org/backup_iucn/cmsdata.iucn.org/downloads/wcpainaction_sp.pdf.
- UNIVERSIDAD ECOTEC. 2021. *Parque Nacional Cotopaxi*. Disponible en: https://www.ecotec.edu.ec/documentacion/actividades_y_eventos/.
- VACA, A. V.; ARROYO, C. R.; DEBUT, A.; TOULKERIDIS, T.; CUMBAL, L.; MATO, F.; ... & E. AGUILERA. 2016. "Characterization of fine-grained material ejected by the Cotopaxi volcano employing X-ray diffraction and electron diffraction scattering techniques". *Biology and Medicine*, 8(3): 1. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/60a5/1eaf4de3fdaa14f7040235ddf72bac677a11.pdf>.
- VÁSCONEZ, M. 2013. *Manual de implementación de buenas prácticas para el Refugio José Rivas del Volcán Cotopaxi*. (Tesis de Licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/5619>.
- WAGAR, J. A. 1964. "The carrying capacity of wild lands for recreation". *Forest Science*, 10(suppl_2): a0001-24. Disponible en: https://academic.oup.com/forestscience/article-abstract/10/suppl_2/a0001/4746150.

- WALL, G. 1997. "Is ecotourism sustainable?". *Environmental management*, 21(4): 483-491. Disponible en:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s002679900044>.
- WATSON, G. L. J. P. & Kopachevsky. 1996. "Tourist carrying capacity: a critical look at the discursive dimension". *Progress in Tourism and Hospitality research*, 2(2): 169-179. Disponible en:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pth.6070020205>.
- ZHANG, Y.; LI, X. R.; SU, Q. & X. HU. 2017. "Exploring a theme park's tourism carrying capacity: A demand-side analysis". *Tourism Management*, 59: 564-578. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261517716301601>.

Alavanca de política pública da economia circular

e o planejamento estratégico/2030 do CONLESTE

Política pública urbana como palanca de la economía circular y
la planificación estratégica/2030 del CONLESTE

Urban public policy lever of the circular economy and the strategy/2030 of the CONLESTE

Marcos Paulo Marques Araújo

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Programa de Pós-Graduação em Direito, Mestrado em Direito da Cidade

Rio de Janeiro, Brasil

marquesaraujo.advocacia@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2856-1937>

Resumo O artigo tem por objetivo examinar o processo de transição para a economia circular impulsionado pela alavanca do planejamento urbano para remodelar o ambiente natural e urbano para constituição do modelo de Cidades sustentáveis. Para tanto, o artigo utilizou como método o científico dedutivo para orientar o alcance deste objetivo. Adicionalmente, promoveu-se uma pesquisa aplicada e descritiva, em que se empregou tanto uma revisão bibliográfica e documental quanto um estudo de caso com a realização de entrevista, qual seja, o emprego do Plano de Desenvolvimento Sustentável para 2018/2030 como alavanca de gestão pública para inserção da economia circular na região do CONLESTE. Os resultados obtidos com o artigo podem ter sido profícuos, pois poderão levar a reflexões sobre o processo de construção de políticas públicas urbanas com amplo controle social para possibilitar a transição para um novo ciclo produtivo com a materialização do direito às Cidades sustentáveis.

PALAVRAS-CHAVE: economia linear; economia circular; alavancas de políticas públicas; planejamento urbano; Cidades sustentáveis.

Resumen El artículo tiene como objetivo examinar el proceso de transición para economía circular impulsado por la palanca de la planificación urbana para remodelar el entorno natural y urbano para constituir el modelo de Ciudades Sostenibles. Por lo tanto, el artículo utilizó el método científico deductivo para guiar el logro de este objetivo. Adicionalmente, se realizó una investigación aplicada y descriptiva, en la que se utilizó tanto una revisión bibliográfica como documental, así como un estudio de caso con entrevista; es decir, la utilización del Plan de Desarrollo Sostenible 2018/2030 como palanca de gestión de la política pública para la inserción de la economía circular en la región CONLESTE. Los resultados obtenidos con el artículo pueden haber sido fructíferos, pues pueden conducir a reflexiones sobre el proceso de construcción de políticas públicas urbanas con amplio control social para posibilitar la transición a un nuevo ciclo productivo con la materialización del derecho a las Ciudades sostenibles.

PALABRAS CLAVE: economía lineal; economía circular; palancas de política pública; planificación urbana; Ciudades sostenibles.

Abstract This article aims to examine the process of transition to the circular economy driven by the lever of urban planning to restore and remodel the natural and urban environment for the formation of the model of Sustainable Cities. Therefore, this article used the deductive scientific method to guide the achievement of the proposed objective. Additionally, an applied and descriptive research was carried out, in which both a bibliographical and documentary review was used, as well as a case study with an interview, which is, the use of the Sustainable Development Plan for 2018/2030 as a public management lever for insertion of the circular economy in the CONLESTE region. The results obtained with this article may have been fruitful, as they may lead to reflections on the construction process of urban public policies with broad social control to enable the transition to a new productive cycle with the materialization of the right to sustainable cities.

KEYWORDS: linear economic; circular economic; public policy levers; urban planning; sustainable cities.

1. Introdução

O ciclo produtivo pautado na economia linear se fundamenta na ideia de crescimento econômico ilimitado com exploração sem limites de recursos naturais finitos e, por isso, já ultrapassou os limites ecológicos e de resiliência do planeta. A continuidade desse modelo deve ser revista, sob pena de toda a humanidade pagar um alto preço por essa omissão.

No intuito de superar esse modelo, algumas soluções estão em discussões, destacando-se, dentre elas, a economia circular, que busca promover, em síntese, o crescimento econômico dissociado do uso de recursos naturais finitos e, portanto, da geração de impactos ambientais, funcionando de forma integrada com o sistema biótico do planeta.

No desdobramento do processo de transição para a economia circular, emerge, dentre os níveis desta transição, o nível macro, que apregoa, dentre outras rupturas de paradigmas, uma transformação de infraestrutura da região urbana. Esta ruptura envolve, inicialmente, a reorganização do espaço territorial com o reequilíbrio das bases produtivas para evitar uma sobrecarga de poluentes. Adicionalmente, compreende um planejamento técnico urbano permeado pelo controle social, e voltado para fomentar a arquitetura, a paisagem, o mobiliário urbano etc. que possibilitem a formação de um ambiente urbano que assegure a restauração do ecossistema e proporcione qualidade de vida.

A mudança de paradigma da infraestrutura urbana está alinhada, ainda, com a alavanca de política pública de 'gestão pública' no eixo do 'planejamento técnico urbano', da economia circular para as Cidades sustentáveis. Isso porque, estas Cidades, calcadas no planejamento técnico urbano, podem promover o redesenho do espaço territorial urbano a partir de premissas de compartilhamento de áreas urbanas, mobilidade urbana associada com a redução de emissões, reaproveitamento de nutrientes, priorização de qualidade de vida da população etc.

Em 2018, o Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento do Leste Fluminense (CONLESTE) iniciou o processo de elaboração do Plano de

Desenvolvimento Sustentável para 2018/2030, cujo objetivo era ampliar a competitividade da região e melhorar a qualidade de vida dos cidadãos dos municípios consorciados. O Plano de Desenvolvimento Sustentável para 2018/2030 não chegou ao seu termo.

Todavia, Plano de Desenvolvimento Sustentável para 2018/2030 representou uma abertura para introduzir a alavanca de gestão pública da economia circular na região do CONLESTE. Com isso, este planejamento poderia fomentar negócios e/ou mercados circulares decorrentes da reintrodução dos nutrientes técnicos nos ciclos técnicos, e ensejar a geração de emprego e de renda para atender essa demanda.

O presente trabalho teve por objetivo examinar o processo de transição para a economia circular com implicações para o território a partir do planejamento urbano, a fim de contribuir para a restauração do ecossistema urbano e a melhorar a qualidade de vida da população. Para tanto, empregou-se um estudo de caso em que se apresenta como o Plano de Desenvolvimento Sustentável para 2018/2030 poderia introduzir a alavanca de gestão pública da economia circular na região do CONLESTE.

Conseqüentemente, as perguntas-chaves que orientarão o presente artigo para possibilitar o alcance do seu objetivo são: (i) como a transição para a economia circular a partir das alavancas das políticas públicas urbanas poderão conformar o território urbano e, por conseguinte, para constituir as Cidades sustentáveis?; e, (ii) como as alavancas das políticas públicas urbanas poderiam conformar o Plano de Desenvolvimento Sustentável para 2018/2030 para inserir o ciclo produtivo circular no território do CONLESTE?

2. Metodologia

No intuito de responder as perguntas chaves citadas, e, por conseguinte, ensejar o alcance do objetivo deste artigo, adotar-se-á o método científico-dedutivo com a abordagem de pesquisa descritiva, a fim de orientar o exame do processo de transição para a economia circular a partir do

emprego das políticas públicas urbanas com implicações para o território urbano.

Adicionalmente, empregou-se uma pesquisa aplicada com a realização do estudo de caso, qual seja, a adoção do Plano de Desenvolvimento Sustentável para 2018/2030 para fazer inserir a alavanca de gestão pública da economia circular no território do CONLESTE

No processo de consecução da pesquisa deste trabalho, empregou-se o procedimento técnico de revisão bibliográfica e documental, compreendendo o exame de artigos e de livros, assim como dos instrumentos de conformação do CONLESTE e do próprio Plano de Desenvolvimento Sustentável para 2018/2030. Complementarmente, realizou-se uma entrevista com a empresa responsável pela consecução deste planejamento, que seguiu a modalidade semiestruturada. Tanto a revisão documental quanto a entrevista serviram para subsidiar o escopo do estudo de caso.

3. Resultados e discussão

3.1 Da economia linear e seu esgotamento

A noção de economia linear se confunde com o modelo econômico industrial, cujo florescimento ocorreu a partir da Revolução Industrial (Santos, 2015), e segue, nos dias atuais, pautada, especialmente, pelo uso da matriz energética fóssil e sofre ampliação por meio do processo de globalização policêntrica (Teubner, 2008). Este modelo econômico fundamenta-se no ciclo de produção, consumo de artefatos e descarte na forma de resíduos sólidos, que, em regra, não são reaproveitados como matéria-prima secundária no ciclo produtivo.

Este ciclo produtivo se pauta na ideia de crescimento econômico ilimitado com exploração sem limites dos recursos naturais finitos do planeta, estabelecendo-se, assim, uma estreita correlação entre o progresso econômico e o uso dos recursos naturais disponíveis. Contudo, a valoração deste progresso com a geração de bem-estar é feita a partir e em conformidade com o crescimento econômico. Daí porque, a metragem da pujança econômica de cada país é feita segundo o seu produto interno bruto (PIB), que não leva em consideração aspectos de cunho ambiental ou

social da nação, mas, tão somente, as variáveis econômicas.

Todavia, o mito do crescimento econômico ilimitado se depara, hoje, com uma realidade incontestável, qual seja, a evidência dramática de deterioração humana, ambiental e social. Enquanto galga-se, de um lado, uma expansão de riqueza material dirigida pelo capital especulativo e fomentada pela globalização policêntrica, encontra-se, de outro, os ativos financeiros fruto desse crescimento econômico concentrados nas mãos de alguns conglomerados poderosos; o que só reitera a face verdadeira e perversa dessa globalização (Santos, 2015).

É evidente que o modelo de economia linear acabou por comprometer seriamente os limites ambientais de resiliência do planeta. Logo, o consumo humano dos recursos naturais (dimensão do consumo humano) com a superação da capacidade biológica da Terra (dimensão da biodiversidade) acabou por ocasionar consequências desastrosas que resultaram em diferentes estágios de degradação ambiental no sistema ecológico em diversas partes do planeta – alguns, irreversíveis. Tanto é assim que *“a ‘pegada ecológica’, ferramenta de comparação entre essas duas dimensões, elaborada pelo WWF em 1999, constata essa alteração, e também o declínio da abundância das espécies que vivem nas florestas, na água doce e no mar”* (Kazazian, 2009: 23).

A partir e alinhada com o modelo de economia linear, surge a sociedade de consumo da era da modernidade líquida. Esta sociedade pós-moderna tem a característica fundamental de transformar o homem-cidadão em consumidor de direito, e, agora, em mercadoria. O homem da era líquida é instado, desde a sua tenra idade, a consumir os milhões de produtos em massa despejados pelo mercado de consumo para as diferentes classes e tipos de consumidores. Com efeito, este homem passa a se submeter a um processo de recomodificação para sair da invisibilidade para ver e ser visto, e, assim, representar o que ele tem, e não quem é, de fato (Bauman, 2008).

Para isso, faz-se necessário fomentar, por meio de propaganda e/ou da mídia em geral, o estado emocional melancólico do consumidor-mercadoria, que, a partir do seu vazio existencial, é levado a um

estado de felicidade 'pontilhista', isto é, perpétuo e instantâneo, mediante a busca compulsiva do consumo desenfreado com a negação contínua da infelicidade, seja ela qual for (Bauman, 2008). E, isso não ocorre, apenas, na esfera individual. Extrapolase para o âmbito da sociedade de consumo, e insere-se no inconsciente coletivo de todos, perpetuando um processo contínuo de aquisição de artefatos, que representa um objetivo final, um modo de viver, qual seja, consumir para viver, e viver para consumir.

Em decorrência disso, a sociedade de consumo passa a gozar de uma personalidade narcísica, que, porém, enseja sintomas psicológicos com a geração de doenças identificadas, inicialmente, como neuroses sintomáticas (histeria e neuroses obsessivas). Todavia, estes sintomas pioraram nas últimas décadas. Evoluiu-se para as desordens de caráter narcisista, cujos distúrbios de personalidade estão frequentemente associados aos sentimentos de vazio e falta de sentido, à incapacidade de relacionamento com o outro de maneira profunda e significativa, à hipocondria, às fronteiras difusas do ego e à falta de um sentimento coeso do eu (Severiano e Estramiana, 2006).

Isso, porém, não freia o ciclo produtivo linear que assegura a prosperidade econômica em patamares elevados. Não importa se é provocada pela depreciação ou desvalorização do artefato que acabou de ser lançado com o emprego da obsolescência programada, nem sequer se é alcançada mediante o estímulo de nova necessidade, desejo ou vontade compulsiva decorrente da insatisfação existencial do homem da era líquida. No final, acarreta-se a geração de mais resíduos sólidos, e, assim, de mais impacto ambiental.

3.2 As cidades em crise da era da economia linear

A cidade surge com a finalidade precípua de assegurar o interesse público, que, em última análise, representa expressar uma vida feliz, possibilitando a reunião e a convivência das pessoas na urbe como local de reunião, domicílio e santuário, ao longo dos tempos (Aieta, 2016). Todavia, essa singeleza da finalidade da Cidade foi deteriorando-se ao longo dos tempos à medida em que a relação entre o espaço público e o privado

ficou menos claro. Até porque, o tipo de Cidade que se almejada é reflexo da relação do cidadão consigo, com as demais pessoas e o próprio ambiente natural. Logo, o direito coletivo à Cidade passou a significar um direito de mudar e de reinventar esse espaço urbano, segundo o desejo do homem, que, assim, restou condenado a viver no seu objeto de criação (Harvey, 2014).

A concepção de Cidade passou a ser espelho do estilo de vida e dos valores estéticos dos cidadãos que são feitos e refeitos, ainda que de forma inconsciente, ao longo dos tempos, impulsionado por forças sociais e políticas poderosas, que, por sua vez, orientam o processo urbano (Harvey, 2014).

Neste contexto, o processo de urbanização da Cidade decorre, de um lado, da concentração geográfica e social do excedente de produção capitalista, cujo controle do uso desse lucro permanece nas mãos dos mais abastados. Todavia, essa urbanização, de outro lado, também se presta para absorver o excedente de produção capitalista para manter a linearidade do sistema de forma inesgotável. Isso vai acarretar pressão sobre os recursos e ambientes naturais para exploração de matéria-prima, aviltamento da mão-de-obra pobre, revisão do marco regulatório impeditivo do fluxo livre capitalista, desenvolvimento de novas tecnologias e, ainda, na apropriação de outros componentes do ciclo produtivo locados nas Cidades, tudo para a ampliação do capital especulativo (Harvey, 2014).

Como se não bastasse isso, deixou-se de lado a dimensão humana que é a razão de ser da Cidade, e as pessoas, especialmente a mais humildes, passaram a ser cada vez mais maltratadas, especialmente pelo planejamento técnico urbano sem submissão ao controle social (Gehl, 2013).

Ocorre que o sistema financeiro não consegue fazer frente as crises territoriais urbanas e econômicas, e, depois, acaba empurrando-as para outro momento ou território (Santos A., 2014). Forma-se, assim, um ciclo vicioso, que é fomentado pelo próprio capital financeiro que alimenta com vultosos recursos os planejamentos técnicos urbanos com suas transformações dos tecidos urbanos das Cidades; o que vem se agravando com o tempo dado o processo de globalização policêntrica, que, agora, identifica o território

urbano como capital a ser valorizado (Santos A., 2014).

E, um dos mais graves e principais desafios a serem superados é a gestão ambientalmente adequada de resíduos sólidos. Isso porque, o manejo inadequado de resíduos sólidos tem consequências diretas no espaço urbano, posto que a falta de prestação desse serviço ou sua insuficiência não contribuem para a expansão urbana. Ao revés, a destinação inadequada de resíduos deteriora e fomenta a degradação do ambiente natural e urbano com impactos negativos de toda a sorte para os seus moradores (Pinto, 2010).

Outrossim, as Cidades atuais, a partir da análise de Harvey, podem ser compreendidas, não sem livre de críticas, como Cidades em crise, que foram objeto de expropriação pelo sistema financeiro internacional, especialmente de cunho especulativo imobiliário, para reinvestimento com absorção do capital produtivo com indução pelo planejamento técnico urbano não amparado pelo controle social.

3.3 Planejamento urbano

O plano diretor urbano representa, sob o ponto de vista ideológico, um *"conjunto de ideias fundamentais desenvolvidas pela classe dominante visando facilitar a dominação, ocultando-a"* (Villaça, 1999: 231). *"Isso é particularmente verdade no caso de um país como o Brasil, onde, dadas as violentas disparidades sociais, econômicas e de poder político, a tendência de declínio da hegemonia da classe dominante é constante e exige, para sua manutenção, contínuas reformulações da ideologia"* (Villaça, 1999: 231).

Logo, o planejamento urbano deveria constituir um processo contínuo do qual o plano diretor constituiria um momento, e não o seu fim. Em outras palavras, o plano diretor é fomentado, elaborado e implementado por todo o país, mas representa, em última análise, um instrumento de planejamento urbano de afirmação da incorporação imobiliária de cunho excludente em sua essência com favorecimento para as áreas nobres, e, portanto, para os mais ricos das cidades.

Em última análise, o plano diretor se apresenta como uma mera atividade intelectual de elaboração de um planejamento descolado da realidade local,

que, repita-se, expressa, ainda que implicitamente, os interesses das elites e do capital imobiliário.

O plano diretor não adentra, de fato, nos desafios urbanos graves que afetam as Cidades e, evidentemente, da grande parcela da população marginalizada. Com isso, o plano diretor carece, há décadas, de eficiência e legitimidade, sendo, portanto, desprovido de capilaridade na Cidade e na população.

Ainda assim, o plano diretor é uma exigência para municípios com mais de 20 mil habitantes, e traz diretrizes para definir se uma propriedade urbana atende ou não a sua função social. Trata-se, assim, de um instrumento básico para a expansão urbana (art. 182, §1º e §2º, da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 - CRFB/1988), que, porém, não cumpre o que promete.

O resgate da legitimidade do planejamento urbano pode, e deve ocorrer mediante o seu processo de politização, em que o diagnóstico técnico do plano diretor deve constituir-se em um mecanismo de exteriorização real dos desafios a serem enfrentados pela Cidade, assim como decorrer de uma discussão travada com o Poder Público em ambiência de forte controle social.

Dessa forma, o plano diretor constituirá, de fato, em um instrumento regulatório de intervenção e expansão da Cidade, sendo possível, por conseguinte, promover, de forma justa, a distribuição equânime dos recursos oriundos da valorização mobiliária (Villaça, 1999).

3.4 Transição para as cidades sustentáveis

A conformação do espaço urbano vai ser impactado por 3 (três) elementos intrínsecos e comunicantes entre si, a saber: (i) econômico; (ii) social; e, (iii) ambiental. A alteração perpetrada em um elemento vai impactar sobre o outro, e a interface entre esses elementos vai estabelecer um processo de tensão até o alcance de um novo equilíbrio, em respostas a um estímulo externo. Daí porque, cada um desses elementos pode desempenhar um papel ativo ou passivo, sem, porém, deixar de haver uma correlação de forças com impactos sobre o espaço urbano (Aieta, 2016).

O território urbano guarda profunda relação com esses elementos, e vão ensejar contradições

intrínsecas ao ambiente urbano e natural, e podem ser identificados pelas seguintes realidades: i) a expansão e a própria construção do meio ambiente urbano acarretam intensas e negativas alterações no uso e ocupação do solo; ii) os sistemas urbanos demandam o consumo de grande parte dos recursos naturais e em quantidade expressamente maior do que aquela que o próprio espaço urbano pode oferecer; e, iii) como consequência direta da alta demanda por recursos naturais, os sistemas urbanos não são capazes de dar uma destinação adequada à enorme quantidade de resíduos produzida (Moreira, 2006). Logo, as áreas urbanas e suas regiões, inclusive brasileiras, tal qual como estão hoje, podem ser compreendidas como insustentáveis (Moreira, 2006).

A superação desse desafio parece encontrar assento na construção e na execução de políticas públicas que possibilitem a conformação dos espaços urbanos mais humanos e acessíveis para todos. Faz-se necessário não só a integração harmônica dos elementos sociais, econômicos e ambientais, mas também a ampliação do viés democráticos sobre esses elementos para ir além da 'questão urbana'; o que poderá possibilitar, inclusive, a reversão da apropriação da cidade com objeto de absorção de produção de excedente de capital.

Não obstante, a ausência dessa política pública e, por conseguinte, o cenário de incerteza para o futuro das Cidades em crise têm contribuído para a proliferação de modelos de gestão urbana e estratégias de desenvolvimento subnacional; o que é fomentado por agências e organizações multilaterais e, ainda, instituições financeiras internacionais, a fim de apresentar alternativas viáveis para o equacionamento dos desafios da urbanização e da urbanidade das cidades (Compans, 2009).

Há diversas propostas de modelos de Cidades para superar o desafio posto, inclusive com transição até o alcance das Cidades sustentáveis, mas interessa-nos o próprio, as cidades sustentáveis.

A Cidade sustentável se associa ao conceito de desenvolvimento sustentável, que está esculpido no relatório intitulado "*Our Common Future*" (leia-se, Nosso Futuro Comum), da Comissão Mundial

Independente sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que foi criada pela Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU), e representa 'aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades'.

Trata-se de conceito genérico e impreciso, que, a rigor, não permite uma concretude necessária para contrapor-se ao modelo exploratório de produção linear, mas, ao menos, busca apresentar, ainda que utopicamente, um novo modelo de desenvolvimento que levem em consideração o preceito intergeracional (Compans, 2009).

A cidade sustentável compreende o 'fazer cidade' a partir de um projeto de desenvolvimento econômico urbano que conjugue a competitividade inerente ao processo produtivo com a sustentabilidade lastreando na coesão social, respeito ao ambiente urbano e adoção de recursos e fontes renováveis (Compans, 2009). Logo, a cidade sustentável incorpora as estratégias dos modelos de gestão urbana como uma escolha consistente e estrutural para a superação do desafio da 'questão urbana', e adota políticas públicas que correlacionem os elementos econômicos, sociais e ambientais respaldadas em um sólido controle social; o que, em última análise, pretende resgatar a finalidade essencial da cidade, qual seja, conferir uma vida feliz para todos.

3.5 Transição para o modelo de economia circular

3.5.1 Concepção de economia circular

Em resposta ao modelo de economia linear, surgem, dentre outras propostas de sua superação, a economia circular, que, em tese, pode ser compreendida como uma teoria guarda-chuva, vez que incorpora ao seu conceito linhas de pensamento de escolas surgidas desde a década de 70 até os dias atuais, valendo citar as principais: *Cradle to Cradle*; Economia de Performance ou de Desempenho; Ecologia Industrial; Economia Azul; Capitalismo Natural; Biomimética; e, Design Regenerativo. Todavia, a economia circular vai mais além disso.

Propõe-se que a economia deva funcionar como e em harmonia com o metabolismo do planeta, em constante equilíbrio dinâmico, possibilitando, por

consequente, a construção de uma economia regenerativa e restaurativa por princípio. Em outras palavras, o crescimento econômico passa a ser dissociado do uso de recursos naturais finitos e, portanto, da geração de impactos negativos, ensejando a adoção de um modelo econômico alinhado com a resiliência da biodiversidade do planeta.

Daí, os recursos utilizados podem ser classificados como nutrientes técnicos ou biológicos, que devem permanecer em constante produção, evitando-se que cheguem à vida útil para descarte; o que ensejará uma econômica que não dependerá da exploração de recursos naturais finitos para prosperar.

Logo, a economia circular, pautada na escola de pensamento do Cradle-to-Cradle, sinaliza que todo e qualquer tipo de material do ciclo produtivo pode ser considerado como os seguintes nutrientes: (i) biológico, que são materiais da biosfera, e podem ser incorporados seguramente no ambiente natural; e, (ii) técnico que são recursos de uso finito, e, por isso, devem ser aproveitados ininterruptamente no processo produtivo, sem perda de qualidade. Os nutrientes biológicos e técnicos são introduzidos em ciclos distintos de nomes correspondentes, isto é, ciclo biológico e ciclo técnico, cujos períodos de uso são os mais extensos possíveis para evitar desperdício e gerar resíduos (Weetman, 2019).

3.5.2 Objetivos e princípios fundamentais

A partir da concepção de economia circular, percebe-se que este modelo econômico tem por objetivo primordial manter os artefatos em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo, fazendo-se a distinção entre os ciclos de nutrientes biológicos e técnicos; o que será visto em item próprio.

A Fundação Ellen MacArthur (2013, 2019), com respaldo no objetivo primordial da economia circular, apresenta importantes princípios que vão nortear esse novo modelo econômico, sem prejuízo da adoção de princípios de ordem ambiental já estabelecidos, a saber:

- *"Princípio 1: Preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis", que, em síntese, vai representar a desmaterialização dos produtos e*

serviços mediante o uso de tecnologia da informação, e, quando houver a necessidade de uso de nutrientes, deve-se propugnar pela escolha de tecnologias e processos que utilizem recursos renováveis ou que apresentem melhor desempenho para inserção no ciclo biológico ou tecnológico, dependendo da característica do nutriente;

- *"Princípio 2: Otimizar o rendimento de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais no mais alto nível o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico", que, em suma, significa projetar a remanufatura, a renovação e a reciclagem dos nutrientes para que possam continuar em circulação para contribuir para a economia. Logo, esses nutrientes deverão circular, sempre que possível, por círculos menores (por exemplo, reparar o produto, ao invés de reciclá-lo) e, ainda, por ciclos consecutivos mais longos o maior tempo possível para intensificar a sua utilização (por exemplo, reutilizar um produto por diversas vezes estendendo a sua vida útil ao máximo), sem prejuízo do uso em cascatas ou por compartilhamento desses nutrientes (por exemplo, reutilização ou compartilhamento de roupa de algodão, antes de ser usada no revestimento de móveis). Há que se fazer referência, ainda, a necessidade de estimular-se a reinserção segura dos nutrientes biológicos na biosfera mediante a sua decomposição sem contaminantes para convolução em matéria prima para uso por outro ou novo ciclo.*

- *"Princípio 3: Estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio", isto é, expor e excluir as externalidades negativas no sistema produtivo com a incorporação dos custos do controle ambiental nesse sistema desde o início, evitando-se, com isso, a acelerada degradação ambiental do ecossistema.*

3.5.3 Fatores essenciais para a transição para a economia circular

A partir dos princípios apresentados para o alcance do objetivo primordial da economia circular, diversos estudos estão em processo de construção para assegurar a transição para essa economia, e apresentam fatores essenciais. Na análise desses fatores, deve-se avaliar, inicialmente, quais os níveis que deverão acontecer para conduzir essa transição, que representam os níveis micro, meso e

macro. Interessa-nos o nível macro, que ocorre no nível das cidades e regiões urbanas, ensejando mudanças no sistema industrial, na infraestrutura e, ainda, na esfera cultura, da sociedade de consumo e do consumidor (Santiago, 2015).

Em relação ao nível macro na sua vertente infraestrutura, pretende-se promover o redesenho de toda a infraestrutura urbana de forma a impactar menos a Cidade ou a região urbana, inclusive com o reequilíbrio das bases industriais para evitar a sobrecarga de poluição industrial nessas áreas.

Recorre-se ao planejamento urbano técnico alinhado a um amplo e efetivo controle social, a fim de que a paisagem, a arquitetura, o mobiliário urbano etc. ensejem um ambiente urbano que assegure a restauração do ecossistema e proporcione qualidade de vida para a população. Este planejamento urbano, como será visto adiante, poderá ser considerado como uma alavanca de política pública de gestão pública, e possibilitará que as cidades em crise promovam o redesenho do espaço territorial urbano calcado em premissas sustentáveis livres de contaminantes para ensejar o surgimento das Cidades sustentáveis.

3.5.4 Alavancas públicas urbanas da economia circular para cidades Sustentáveis

A Fundação Ellen MacArthur (2019) elaborou um estudo intitulado “Governos Municipais e seu Papel em Viabilizar a Transição para uma Economia Circular; Uma Visão Geral de Alavancas de Políticas Públicas Urbanas”, que apresenta 5 ‘alavancas’ de políticas públicas urbanas com os seus respectivos desdobramentos, a fim de possibilitar que os municípios, segundo a sua realidade local, possam se inserir, participar e contribuir para o processo de transição para essa nova economia. As alavancas de políticas públicas urbanas são: 1) visão; 2) engajamento; 3) gestão urbana; 4) incentivos econômicos; e, 5) regulamentação. Interessa-nos a alavanca da gestão urbana.

A alavanca ‘gestão urbana’, que compreende ‘planejamento urbano’, ‘gerenciamento de ativos’ e ‘compras públicas’, está intimamente ligada ao ordenamento do território municipal, assim como a aquisição de bens e a prestação de serviços públicos pelos Municípios para a população. A alavanca ‘gestão pública’ na vertente planejamento

técnico urbano vai pressupor o redesenho do espaço territorial urbano, calcado em um processo de controle social com a intensa participação da população, para possibilitar o uso misto das áreas urbanas com a compartilhamento entre pobres e ricos, promover a mobilidade urbana por meio de sistema integrado de transporte associado com bicicletas para a redução das emissões dos gases do efeito estufa, fomentar o reaproveitamento de água e de resíduos sólidos e o uso de energia limpa, estimular a qualidade de vida da pessoas com mais áreas de lazer e verdes e redução do deslocamento de casa para o trabalho, e vice-versa etc.

3.6 Planejamento de desenvolvimento sustentável par 2018/20230 do CONLESTE

O Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento da Região do Leste Fluminense (CONLESTE, 2018) representa Consórcio Público de Direito Público, e tem personalidade jurídica de pessoa jurídica de Direito Público interno, gozando, assim, de natureza jurídica de associação pública. O CONLESTE é formado pelos municípios consorciados de Cachoeiras de Macacu, Casimiro de Abreu, Guapimirim, Itaboraí, Magé, Maricá, Niterói, Rio Bonito, São Gonçalo, Silva Jardim, Tanguá, Araruama, de Nova Friburgo, de Saquarema e de Teresópolis, todos do estado do Rio de Janeiro, no Brasil.

Em pese o CONLESTE deter competência para promover a gestão associada de serviços de resíduos sólidos, o consórcio ainda não atua, de fato, no setor de resíduos. A maior parte dos municípios consorciados promovem a coleta e o transportes de seus resíduos sólidos no território municipal, e, por conseguinte, realizam o tratamento e a destinação final ambientalmente adequada desses resíduos sólidos em centrais de tratamento e de destinação final de resíduos sólidos (CTDR's) devidamente licenciadas. A exceção fica por conta dos municípios consorciados de Saquarema e de Teresópolis, que ainda destinam seus resíduos sólidos para vazadouros à céu aberto, chamados, usualmente, de lixões, comprometendo, assim, a preservação do meio ambiente e a saúde da população.

Ademais, só 02 dos municípios consorciados, quais sejam, Cachoeiras de Macacu e Niterói, dos 15

municípios consorciados contam com sistema de coleta seletiva, executando-o; o que implica em perda do nutriente técnico de embalagem em geral com desvio para as CTDR's ou, ao revés, impacto no ambiente urbano e natural com o descarte em lixões.

Em 2018, o CONLESTE promoveu a elaboração do seu Plano de Desenvolvimento Sustentável para 2018/2030, cujo objetivo era ampliar a competitividade da região e melhorar a qualidade de vida da população. O Plano de Desenvolvimento Sustentável para 2018/2030 foi dividido em duas etapas.

A primeira etapa, que já foi concluída, compreendeu a execução das seguintes atividades: (i) lançamento da plataforma web do projeto; (ii) análise socioeconômica retrospectiva e situação atual do CONLESTE (visão global e regionalizada); (iii) relatório com a síntese das entrevistas; e, (iv) iniciativas estratégicas compartilhadas. A segunda etapa não ocorreu, porque o Plano de Desenvolvimento Sustentável para 2018/2030 foi interrompido, e não atingiu o seu termo.

A princípio, o Plano de Desenvolvimento Sustentável para 2018/2030 sinalizava a oportunidade de ser construído um espaço de desenvolvimento de atividades produtivas diversas daquelas desenvolvidas na região. Logo, este planejamento poderia se valer dessa abertura, e introduzir, na condição de alavanca de gestão pública, a economia circular na região do CONLESTE; o que, porém, dependeria do aperfeiçoamento da gestão associada de resíduos sólidos pelos Municípios consorciados e, por conseguinte, pelo próprio CONLESTE.

Assim, o Plano de Desenvolvimento Sustentável para 2018/2030 poderia fomentar negócios e/ou mercados circulares decorrentes da reintrodução dos nutrientes técnicos de embalagens em geral nos ciclos técnicos, e a capacitação técnica de mão-de-obra para atender essa demanda. Mais do que isso, este planejamento, em sua segunda etapa, poderia indicar a adoção de medidas para assegurar essa transição, como, por exemplo, a instalação de indústrias produtoras de artefatos que operem com material biodegradável em substituição ao plástico e/ou com matéria-prima

secundária decorrente de resíduos sólidos especiais pós-consumo de embalagens plásticas.

Consequentemente, os municípios consorciados poderiam estimular a recuperação e a reinserção desses nutrientes técnicos no ciclo técnico correspondente, possibilitando, assim, a recuperação do ambiente urbano e natural que estariam livres de contaminantes; o que dependeria também da criação de padrões de produção e de consumo conscientes. Com isso, os municípios consorciados poderiam transitar da condição de Cidades em crise para o modelo de Cidades sustentáveis.

4. Conclusões

Diante de todo o exposto, pode-se apresentar as respostas para as perguntas-chaves deste trabalho nos seguintes termos:

- ✓ a transição para a economia circular orientada pela alavanca da gestão pública na vertente do planejamento técnico urbano poderá conformar o território urbano por meio da adoção de estratégias que envolvam soluções de ordem ambiental, urbanística, social, econômica, cultura e humana, assim como busquem o enfrentamento do modelo de economia linear no território urbano com mudança de comportamento humano voltado para o consumo sustentável, submetendo-se, sempre, a um efeito controle social. Consequentemente, pode-se resgatar a finalidade essencial da Cidade, que é trazer felicidades para todos, e proporcionar a transição para um novo paradigma de sociedade.
- ✓ o Plano de Desenvolvimento Sustentável para 2018/2030 já representa, por si só, uma alavanca da gestão pública na vertente do planejamento técnico urbano, que, se tivesse sido concluída e implementada, poderia conformar o território do CONLESTE, posto que poderia fomentar negócios e/ou mercados circulares decorrentes da reintrodução dos nutrientes técnicos de embalagens em geral nos ciclos técnicos, ensinar capacitação técnica de mão-de-obra para atender essa demanda, e, mais do que isso, veicular ações, projetos e ações para assegurar, de fato, a transição para a economia circular.

5. Nota

Uma versão deste trabalho foi apresentada no VII Workshop da Rede Ibero-americana de Observação Territorial (RIDOT), realizado nos dias 27 a 29 de março de 2023, em Curitiba, Brasil, no eixo temático 3: Ferramentas e sistemas de apoio para à tomada de decisão, gestão e ordenamento territorial.

6. Referências citadas

- AIETA, V. 2016. "Cidades Inteligentes e o Pacto dos Prefeitos: Uma Proposta de Inclusão dos Cidadãos Rumo à Ideia de Cidade Humana". *Revista de Direito da Cidade*, 8(4): 1.622-1.643.
- BAUMAN, Z. 2008. *Vida para consumo; a transformação das pessoas em mercadoria*. Zahar. Rio de Janeiro, Brasil.
- CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO DO LESTE FLUMINENSE (CONLESTE) 2018. *Plano de Desenvolvimento Sustentável para 2018/2030*. [S. l.; S. n.]. Disponível em: <https://www.conleste.com.br/>. [Consulta: fevereiro, 2023].
- COMPANS, R. 2009. "Cidades Sustentáveis, Cidades Globais: Antagonismo ou Complementaridade?" In: H. ACSERALD (org.), *A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas*, pp. 121-154. Lamparina. Rio de Janeiro, Brasil.
- FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR (EMF). 2019. *Governos municipais e seu papel em viabilizar a transição para uma economia circular: uma visão geral de alavancas de políticas públicas urbanas*. [S. l.; S. n.]. Disponível em: <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Alavancas-de-poli%CC%81ticas-pu%CC%81blicas.pdf>. [Consulta: fevereiro, 2023].
- FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR (EMF). 2013. *Rumo à economia circular: economia e negócio racional para acelerar a transição*. [S. l.; S. n.]. Disponível em: <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>. [Consulta: fevereiro, 2023].
- GEHL, J. 2013. *Cidades para pessoas*. Perspectiva. São Paulo, Brasil.
- HARVEY, D. 2014. *Cidades rebeldes: do direito à cidade à revolução urbana*. Martins Fontes. São Paulo, Brasil.
- KAZAZIAN, T. 2009. *Haverá a idade das coisas leves; design e desenvolvimento sustentável*. SENAC/SP. São Paulo, Brasil.
- MOREIRA, D. A. 2006. "O Direito as cidades sustentáveis". *Revista de Direito da Cidade*, 1(2): 181-202.
- PINTO, H. M. 2010. "A articulação dos serviços de saneamento básico com a política urbana". In: C. MOTA (org.), *Saneamento básico no Brasil: aspectos jurídicos da lei federal nº 11.445/2007*, pp. 171-193. Quartier Latin. São Paulo, Brasil.

- SANTIAGO, L. S. P. 2015. *Transição para a Economia Circular: Possibilidades de Aplicação no Setor de Metais*. Instituto de Florestas, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Rio de Janeiro, Brasil. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional em Práticas em Desenvolvimento Sustentável).
- SANTOS, A. M. S. P. 2014. "Política urbana no contexto federativo brasileiro: entre a cidade do plano e a cidade real". In: A. M. S. P. SANTOS e M. J. G. SANT'ANNA (org.), *Transformações Territoriais no Rio de Janeiro do Século XXI*, pp. 3-30. Livraria e Editora Gramma. Rio de Janeiro, Brasil.
- SANTOS, A. M. S. P. 2006. "Planejamento urbano: para quê e para quem?" *Revista de Direito da Cidade*, 1(1): 51-94.
- SANTOS, M. 2015. *Por uma Outra globalização: do pensamento único à consciência universal*. (25ª ed). Record. Rio de Janeiro, Brasil.
- SEVERIANO, M. de F. V. e J. L. Á ESTRAMIANA. 2006. *Consumo, narcisismo e identidade contemporânea: uma análise psicossocial*. Editora UERJ. Rio de Janeiro, Brasil.
- TEUBNER, G. 2008. "Justice under global capitalism?". *Law Critique*, 19(3): 329-334.
- VILLAÇA, F. 1999. "Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil". In: DEÁK, C. e S. R. SCHIFFER. (org.), *O Processo de urbanização no Brasil*. São Paulo, Brasil.
- WEETMAN, C. 2019. *Economia circular: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma inteligente, sustentável e lucrativa*. Autêntica Business. São Paulo, Brasil.

Local e data de finalização do artigo:
Rio de Janeiro, Brasil; julho, 2023

Origen, evolución e interrelaciones del concepto de

turismo gastronómico. Una revisión

A origem, a evolução e as inter-relações do conceito de
turismo gastronômico. Uma revisão

Gastronomic tourism: origin and evolution of a concept. A review

Consuelo M. Mejía Ramos¹, Rafael Cartay², Blanca E. Mendoza Mendoza¹, María F. Garzón Félix¹ y
Luis D. Andrade Alcívar¹

¹ Escuela Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”,
Calceta, provincia de Manabí,

² Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo
provincia de Manabí, Ecuador

cmejia@espam.edu.ec; rafaelcartay@hotmail.com;

blanca.mendoza@espam.edu.ec; fgarzon@espam.edu.ec; landrade@espam.edu.ec

Mejía Ramos: <https://orcid.org/0009-0003-7419-715X>

Cartay: <https://orcid.org/0000-0002-5870-5658>

Mendoza: <https://orcid.org/0000-0002-5645-6299>

Garzón: <https://orcid.org/0000-0003-3605-7378>

Andrade: <https://orcid.org/0000-0001-9457-2330>

Resumen

El turismo gastronómico es una modalidad turística creada entre finales del siglo XX e inicios del XXI. Antes la alimentación era parte del viaje turístico, para convertirse luego en la motivación principal del viaje, simultáneamente con el desarrollo del territorio, las cocinas regionales, las denominaciones de origen, las rutas gastronómicas y la consolidación de los destinos gastronómicos. Este artículo estudia esas interrelaciones con el turismo gastronómico, abordándolas en tres partes. La primera trata sobre el origen y las distintas interpretaciones del término. La segunda examina sus interrelaciones con el territorio, adscribiéndolas a un origen geográfico y al desarrollo de las cocinas regionales. La tercera hace referencia a la metodología aplicada, especialmente a las técnicas de estudio del arte y triangulación, utilizadas para ordenar y categorizar la bibliografía revisada, 160 referencias, obtenida por investigación documental, con el uso de reconocidas bases de datos bibliográficos de Google Scholar y Scopus.

PALABRAS CLAVE: turismo gastronómico; territorio, ruta turística; cocina regional

Resumo

O turismo gastronômico é uma forma de turismo criada entre o final do século XX e o início do século XXI. No passado, a comida fazia parte da viagem turística, mas depois se tornou a principal motivação da viagem, simultaneamente ao desenvolvimento do território, das cozinhas regionais, das denominações de origem, das rotas gastronômicas e da consolidação dos destinos gastronômicos. Este artigo estuda essas inter-relações com o turismo gastronômico, abordando-as em três partes. A primeira trata da origem e das diferentes interpretações do termo. A segunda examina suas inter-relações com o território, atribuindo-as a uma origem geográfica e ao desenvolvimento de cozinhas regionais. A terceira refere-se à metodologia aplicada, especialmente às técnicas de estudo de arte e triangulação, usadas para ordenar e categorizar a bibliografia revisada, 160 referências, obtidas por pesquisa documental, com o uso de bancos de dados bibliográficos reconhecidos do Google Scholar e Scopus.

PALAVRAS-CHAVE: turismo gastronômico; território; ruta turística; cocina regional.

Abstract

Gastronomic tourism has become a tourism modality created between the end of the 20th century and the beginning of the 21st. Before, food was part of the tourist trip, then it becomes the main motivation for the trip, along with the development of the territory, regional cuisine, designations of origin, gastronomic routes and gastronomic destination. This article studies these interrelationships, addressing them in three parts. The first deals with the origin and the different interpretations of the term. The second examines its interrelationships with the territory, ascribing them to a geographical origin and the development of regional cuisines. The third refers to the applied methodology, and especially to the art study and triangulations techniques, used to organize and categorize the extensive bibliography reviewed, which includes some 160 references obtained by the documentary research technique, by bibliographic databases Scopus and Google Scholar.

KEYWORDS: gastronomic tourism; territory; tourist route; regional cuisine.

1. Introducción

Hasta hace poco tiempo casi no se disponía de referencias documentadas sobre turismo gastronómico. Es decir, sobre una modalidad de turismo que describe el desplazamiento de los turistas a ciertas regiones que gozan de reconocimiento por la calidad de su cocina y de sus productos locales. Esos productos están, muchas veces, protegidos por denominaciones de origen, que dan constancia de su excepcional calidad y singularidad vinculada de manera estrecha al territorio donde se producen, conocido por lo general como *terruño* (o *'terroir'*), y de su valoración como una manifestación importante del patrimonio cultural intangible de una comunidad.

Una de las definiciones pioneras del turismo gastronómico fue la formulada por Hall *et al.* (2003) en la que señala que los turistas se desplazan para disfrutar de una rica experiencia gastronómica y para conocer más sobre los productos de la tierra y sus productores. Mak *et al.* (2012) estimaron que el suministro de alimentos representaba cerca de un tercio del total del gasto de los turistas hacia 2010. No obstante, las perspectivas cambiaron con la pandemia del Covid'19 y sus secuelas (UN-CEPAL, 2020). Hasta la primera década del siglo XXI, el viaje turístico consistía en un desplazamiento de un turista desde su residencia para pernoctar al menos una noche con el fin de conocer un atractivo natural o cultural, participando de ese conocimiento la mayoría de las veces de una manera pasiva y contemplativa, para satisfacer una curiosidad de 'conocer' o 'saber' más sobre ese atractivo, y entrar en contacto con otras culturas distintas a la suya.

Las motivaciones de los turistas han cambiado en el curso del tiempo. Ahora el turista, en especial el turista internacional, quiere participar en una experiencia más directa y enriquecedora, en la cual pueda actuar como una parte protagonista, activa, sumergiéndose en el corazón mismo de la cultura visitada. Uno de los elementos marcadores de la identidad cultural de una comunidad es su régimen alimentario, que forma parte del patrimonio cultural de un pueblo.

El acto culinario es decir, la cocina, los saberes culinarios que comporta y el simbolismo asociado a los alimentos y a la manera de consumirlos,

constituye un testimonio de su manera particular de aprehender el mundo exterior, reflejado en los alimentos, y de insertarse en él, a través de las sensaciones organolépticas y de sus significados (Fischler 1995).

Este artículo se divide en tres partes. La primera da cuenta del origen de la denominación de turismo gastronómico, su significado y sus interrelaciones con otras actividades que lo complementan, tales como la ruta gastronómica y el destino gastronómico. La segunda aborda la cuestión de la evolución del concepto, examinando sus diversas interpretaciones y la búsqueda de precisiones asociándolo a dos elementos de gran importancia en la apreciación actual de la calidad de un producto. Uno es el conjunto de indicadores de protección geográfica que dan fe del reconocimiento de un producto singular y de su vinculación estrecha con las características particulares de su origen geográfico, representado por un *terruño* (o *'terroir'*) determinado. Ese hecho, que lo vincula a un origen geográfico, y a un ecosistema y a una cultura, ofrece al consumidor una cierta garantía de la calidad y la tradición de un producto en la manera de producirlo, distribuirlo y procesarlo, y de su vinculación con las costumbres y usos de una comunidad determinada durante un largo período.

El otro elemento estudia la vinculación del producto con las cocinas regionales y sus ofiциantes, y su relación con las diferentes tendencias gastronómicas que emplean el producto para mostrar una experiencia organoléptica enriquecedora y memorable. Ese hecho se ha convertido en una modalidad turística que tiene un enorme potencial de desarrollo, habida cuenta de su elevado ritmo de crecimiento en lo que va del siglo XXI (WTTC, 2015), aunque resentido por el efecto negativo de la pandemia (UN-CEPAL 2020). La tercera parte, la que da sentido a esta revisión bibliográfica sobre un término en particular, corresponde a una amplia investigación documental relacionada con el concepto, que aspira a orientar nuevas búsquedas de investigadores interesados en hacer contribuciones más avanzadas sobre el tema.

2. Metodología

Este artículo de revisión examina el contenido de una extensa bibliografía, compuesta por 160 referencias relacionadas con el concepto de turismo gastronómico. Aborda, específicamente, tres aspectos. El primero trata sobre el origen y su caracterización como una modalidad de actividad turística con derecho propio. El segundo se refiere a la cuestión de la evolución del concepto, en el que la gastronomía se comporta como el eje articular del turismo con el territorio, en particular con la geografía y la ecología, y sus relaciones con el desarrollo de la cocina regional, desde la perspectiva del desarrollo sustentable. En el tercer aspecto se intenta categorizar la bibliografía sobre el turismo gastronómico y sus diversas interrelaciones con algunos conceptos complementarios, como ruta gastronómica, destino gastronómico y cocina regional.

La revisión bibliográfica de artículos científicos, libros y capítulos de libros, trabajos de grado e

informes técnicos y otras publicaciones, comprendió el examen del contenido de 160 publicaciones (TABLA 1), mayormente de artículos científicos (111, equivalentes a 69,4 por ciento del total). La información se obtuvo utilizando motores de búsqueda reconocidos (Scopus y Google Académico). Para examinar los contenidos del turismo gastronómico con sus interrelaciones, se aplicó la técnica de 'estado del arte', una útil herramienta para revisar la situación actual del conocimiento en un área (Molina y Montoya, 2005; Guevara Patiño, 2016), para hacer un balance de la producción científica publicada entre 1999, cuando aparecen los primeros artículos sobre turismo gastronómico, y el año 2023. El propósito de tan amplia revisión fue el de crear un escenario que pudiera ayudar a los investigadores y a los estudiantes de turismo y de gastronomía para una mayor comprensión de los alcances del concepto de turismo gastronómico (Hjalagar y Corigliano, 2000).

TABLA 1. Número de referencias de citas en la bibliografía final, clasificada por conceptos

CONCEPTO	NÚMERO	%	PERÍODO 2018-2023	PERIODO ANTERIOR AL 2018
Artículos	111	69,4	10	101
Libros y Capítulos	35	21,9	2	33
Trabajos de grado	5	3,1	1	4
Otros	9	5,6	1	8
TOTAL	160	100	14	146

Para encontrar elementos comunes en una revisión tan extensa, se aplicó la técnica de la triangulación, que facilita, con el empleo de los métodos cuantitativo y cualitativo, la recolección de información sobre un concepto, el turismo gastronómico, con el fin de validar la congruencia del mismo fenómeno a través de diferentes aportes en el tiempo, y estudiar las interrelaciones existentes para lograr una mejor comprensión del fenómeno estudiado (Alain, 1999; Decrop, 1999; Olsen, 2004; Rodríguez, 2005; Hernández Rojas,

2015; Leal Londoño, 2015). De esta manera, llegamos al establecimiento de cinco bloques de búsqueda: 1) Estudios que vinculan a la alimentación con el turismo. 2) Estudios que contribuyen a la definición del concepto de turismo gastronómico. 3) Estudios que explican la evolución del concepto. 4) Estudios que tratan sobre las interrelaciones del turismo gastronómico. 5) Estudios que realizan otras revisiones sobre la literatura relacionada con el turismo.

3. Desarrollo del tema

3.1 Primera parte: aparece el turismo gastronómico y luego se define como una modalidad con entidad propia

La definición clásica de turismo gastronómico, y una de las pioneras en ese campo, es obra de Hall *et al.* (2003). Estos autores observaron que los turistas se desplazaban, con frecuencia a largas

Distancias, motivados por otras razones distintas a las del simple conocimiento de un atractivo natural o cultural. Buscaban experiencias más profundas con los lugares visitados, y querían involucrarse más profundamente con su cultura, y en particular con los productos de la tierra y los productores. Entonces, la comida formaba parte del viaje, pero no lo motivaba. Se comía como parte del *tour*, como sucedía con la actividad del alojamiento (Telfer y Wall, 1996). En cierto momento, las cosas cambiaron, y la comida se convirtió en el elemento principal, esencial, motivador del viaje.

Ese cambio empezó a producirse tímidamente, a partir de mediados del siglo XX, cuando se desarrolló en algunos países como Francia un periodismo gastronómico, que mostraba lo que se hacía en las cocinas regionales, y lo que valía la pena conocer y degustar. En el siglo XIX se habían desarrollado algunas cocinas regionales francesas, como las de Lyon, Marsella o París, pero poco se sabía de ellas. Hasta que empezaron a ser conocidas y valoradas debido a la confluencia de tres factores. Uno fue el nacimiento de las guías gastronómicas, que, al principio, fueron exclusivamente guías de carreteras, como la Guía Michelin, que comenzó en 1900. Pero que, a partir de 1920, empezó a mencionar los buenos restaurantes que había en las rutas, clasificándolos con un sistema de hasta tres estrellas, haciendo la observación de que un restaurante de tres estrellas tenía una cocina y un cocinero excepcional, que ameritaba el viaje para visitarlo. El segundo factor que promovió a las cocinas regionales, y que empezó a fundar el turismo gastronómico, fue el nacimiento del periodismo gastronómico, que mostraba las virtudes de una buena cocina fuera de París. Uno de los pioneros en esa actividad fue Maurice Edmond Sailland (1872-1956) que, con el alias de Curnonsky, promovió las cocinas regionales de Francia en sus escritos periodísticos en diarios, revistas y libros.

De manera paralela, se reconocía a los productos regionales de calidad con los derechos de propiedad, que asociaba el producto a un origen geográfico, vinculándolo al clima, al suelo y a una tradición. El establecimiento de indicaciones de protección geográfica, en especial con las denominaciones de origen de los productos excepcionales, fue un factor clave en el proceso. Esa distinción de un producto de acuerdo con su origen geográfico existía desde tiempos inmemoriales, aplicada a vinos y licores, quesos y aceites. Sin embargo, las denominaciones de origen se empezaron a establecer legalmente en Francia a partir de 1870. Luego, su aplicación se generalizó desde el siglo XX (Errazúriz Tortorelli, 2010). Algunos autores como Brunori y Rossi (2000) habían escrito sobre la creciente importancia que tenía la gastronomía en los viajes turísticos, pero no hablaban abiertamente de una nueva modalidad turística.

Más tarde vinieron otros investigadores que fueron acunando el término y definiendo sus principales características. Entre ellos figuran Richards (2002), Hjalager y Richards (2002), Boniface (2002), Hall *et al.* (2003), Long (2003), Cohen y Avieli (2004), y Fagliari (2005). Con sus contribuciones nació la modalidad de turismo gastronómico como una categoría que mostraba la convergencia de una diversidad de factores. Se viajaba a las regiones para conocer viñedos y visitar las bodegas vinícolas y degustar vinos de calidad, pero el viaje estaba, al principio, desconectado de las cocinas y de los cocineros regionales.

El motivo principal del viaje era el vino, el aceite o el queso, concediendo relevancia al producto y a su arraigo a un 'terroir' y a una tradición local. Y no inicialmente a la cocina, aunque la alimentación era parte imprescindible del viaje (¡es una necesidad alimentarse!), pero no era la motivación principal. Y el turismo de viaje al campo se asociaba más bien con el enoturismo (Elías Pastor, 2006; Lignon Darmaillac, 2009; López Guzmán, 2010; Millán y Morales, 2012; Millán Vázquez de la Torre, 2012; López Guzmán *et al.*, 2013). O con el oleoturismo (Guerra *et al.*, 2006; Díaz Armas 2008; Millán Vázquez de la Torre y Aguado Gutiérrez 2010, 2011a; Andreu y Verdú, 2012), o con el turismo rural (Crouch y Ritchie, 1999; Enright y Newton, 2004;

Getz y Brown, 2006; Craciolici y Njkamp, 2008; López Guzmán y García Rodríguez, 2013). O con el turismo cultural (Richards, 2002; Roden, 2003; Kivela y Crotts, 2006; Moltz, 2007; Mascarenhas y Gándara, 2010). Y así siguió siendo, sin casi cambios, durante varios años en países distintos a Francia, donde surgió la modalidad, como en España (Molleivi Bartolo y Fusté Forné, 2016).

El turismo gastronómico no solo se alimentó de la buena cocina regional, sino también de los acontecimientos ligados a ella: la calidad de los alimentos, la promoción de las ferias alimentarias, de los mercados tradicionales, la especialización de los cocineros y de los productores y artesanos.

Por eso Hall *et al.* (2003) definieron al turismo gastronómico como el desplazamiento de turistas a regiones gastronómicas, interesados en conocer lugares de producción y distribución y procesamiento, conversar con los productores y artesanos, participar en festivales y ferias alimentarias. El turista gastronómico establece de esta manera una relación estrecha con la tierra, la historia del producto y los productores (Petrini, 2001; Fields, 2002; Scarpato, 2002; Antonioli Carigliano, 2002; Quan y Wang, 2004; Pietrini, 2007; Tramontin y Goncalves, 2010; Buiatti, 2011; López Guzmán y Sánchez Cañizares, 2012; Hall y Gosling, 2013; Di Clemente *et al.*, 2014). En cualquier caso, la relación entre el turismo gastronómico y la cocina regional es clave (Canoves *et al.*, 2005; Alonso y Northcote, 2010; Suna y Álvarez, 2021). Si las cocinas regionales no alcanzan un alto nivel, y no muestran una personalidad o estilo reconocible, y no se basan sobre un *corpus* culinario atractivo y variado, y no se vale de cocineros destacados, ingredientes de calidad y de una infraestructura apropiada para la degustación (López Guzmán y Margarida Jesús, 2011), el turismo gastronómico difícilmente prosperará o lo hará lentamente.

El turismo gastronómico es, no obstante, una modalidad turística que va más allá de la buena comida, y tiene efectos sobre la sociedad y la economía locales (Tresserras *et al.*, 2007; Morillo Moreno, 2011). Muchos lo ven como un instrumento para promocionar la cultura local y la identidad cultural (Sims, 2009; Smith y Costello, 2009; De Esteban *et al.*, 2015), o como un mecanismo para salvaguardar la cocina tradicional

local (Roden, 2003; Qan y Wang, 2004; Armesto y Gómez, 2004; Vinha, 2004; Vielli y Girard, 2006; Stewart *et al.*, 2008; Millán y Agudo, 2010; Getz *et al.*, 2014), o como una ocasión propicia para salvaguardar la sostenibilidad ambiental del territorio (Oliveira, 2008; Everett y Atchinson, 2008; Henderson, 2009; Bonnin, 2011; Millán *et al.*, 2014; LI *et al.*, 2021).

Investigaciones realizadas por Mitchell *et al.* (2012) y Charters y Ali Knight (2012) proponen la clasificación del turista en cuatro tipos: **a)** el turismo amante de la naturaleza, altamente motivado por el viaje gastronómico y una excelente formación en la materia gastronómica; **b)** el turista bastante motivado en el tema, con una mediana educación relacionada; **c)** el turista que tiene interés en la gastronomía, pero que viaja combinando motivaciones gastronómicas con otros intereses relacionados con diversos atractivos del sector turístico, tal como la observación de los bienes relevantes de la naturaleza y de la historia; **d)** el turista iniciado en la gastronomía, que ha hecho alguna incursión gastronómica y tenido alguna experiencia gastronómica, estimulado por la publicidad.

Hjalager (2002), por su parte, distingue cuatro etapas en el desarrollo del turismo gastronómico: **1)** el desarrollo primitivo, en la que hay una escasa comunicación entre los actores, y a los que es necesario conectarlos para que empiecen a promoverlo; **2)** el desarrollo horizontal, en el que se mejora la calidad del producto, agregándole valor con los certificados de calidad; **3)** el desarrollo vertical, en el que la gastronomía se convierte en el elemento principal en la motivación del viaje. En esta etapa se agregan las rutas turísticas, los festivales y los museos alimentarios y otros tipos de eventos gastronómicos; **4)** el desarrollo diagonal, en el que se transfieren recursos de conocimiento y de capacidades innovadoras, para crear clústeres de conocimiento y el necesario *know-how* y conceptos y técnicas de las áreas de alimentación, gastronomía y educación culinaria (Menasche y Gomensoro, 2007).

El turismo gastronómico está relacionado de manera estrecha con los conceptos de ruta gastronómica y de destino gastronómico. Una ruta turística se define como un conjunto de productos

turísticos de una zona geográfica delimitada (Gándara, 2003), o como una amalgama de productos derivados de la tierra, en conjunción con servicios turísticos (McKercher, 2005). Por su naturaleza, puede complementar un destino gastronómico, aunque se puede prescindir de ella.

Un ejemplo es el Perú, que ha desarrollado su prestigio internacional como destino gastronómico sin contar con una ruta gastronómica en particular. Los *tours* gastronómicos comenzaron a desarrollarse en Lima desde 2008, como una consecuencia del crecimiento del turismo gastronómico peruano, y no como un factor impulsor. No obstante, en el caso peruano, la feria gastronómica Mistura, una de las más grandes y conocidas de América Latina, que ha logrado reunir más de 500.000 visitantes durante varios días, si ha actuado como un factor promotor y difusor del boom de la cocina peruana (Lauer, 2012).

En realidad, el turismo gastronómico presenta, en su funcionamiento, numerosas interacciones con otros sectores económicos, como, por ejemplo, la agricultura, la pesca, el hotelaría, la educación, el transporte, etc., creando sinergias que lo fortalecen (Lauer, 2012; Hernández Rojas, 2015). Al principio, el turismo gastronómico se nutrió de la asociación de productos como el vino y la viticultura, para promocionar las regiones productoras de vino con *tours* gastronómicos. Pero luego, esa asociación vino-turismo se fue afinando con la incorporación de las cocinas regionales, usando el vino, u otro producto protegido por denominación de origen, como el producto estrella para atraer inicialmente a los visitantes (Ignatov y Smith, 2006). O, de la mano con la cocina regional, lo aprovechó para fortalecer una ruta y justificar el viaje del turista a un determinado lugar. O lo usó como un medio para proporcionar al turista una experiencia memorable, completa y enriquecedora desde el punto de vista de la cultura regional (es decir producto-cocina-cultura), con la participación del turista en ferias, festivales, charlas, talleres, museos asociados a la tradición, encuentros de cata y degustación (Quan y Wang, 2004; Espeitx, 2004).

En algunos casos, los organizadores de la ruta emplearon a los productores como los transmisores directos de su experiencia productiva y cultural, intentando recrear una historia local del producto

(Riley, 2005; Schuler y Thiel, 2008; Mollevi Bartoló y Fusté Forné, 2016). Dependiendo de la riqueza de la biodiversidad y de la autenticidad de los atractivos, algunas rutas alcanzaron notables ventajas competitivas, actuando la ruta como un clúster que organizaba eficientemente diversas actividades para actuar en el mercado de una manera competitiva (Jaramillo Panesso, 2003; Briednhann y Wickens, 2003; Elías y Tuma, 2009; Lordache *et al.*, 2010; Mancildo *et al.*, 2010).

El destino gastronómico resulta, por su parte, de la materialización de la convergencia de muchos factores que van promoviendo una marca país o región ligada con el hecho alimentario, en particular con el desarrollo de las cocinas regionales. Un destino tiene la propiedad de articular los recursos turísticos regionales para convertirse en el centro del movimiento turístico (Vaalls, 2004). Tal como ha sucedido con muchos países de Asia o en Europa Central y del Norte, como informan muchas investigaciones. En Asia, por ejemplo, Au y Law, 2002; Cohen y Avieli, 2004; Okumos *et al.*, 2007; McKercher *et al.*, 2008. O en Croacia (Fox, 2007) y en Finlandia (Tikkanen, 2007). Así también en América Latina, en especial, México, Argentina (Schulter, 2003), Colombia (Prieto y Triana Valiente, 2019); Chile (Ascanio, 2008, 2009 y 2010), Brasil (Vinha, 2004).

En la península Ibérica, donde el turismo gastronómico fue una modalidad de inicio relativamente tardía en relación con Francia, hay una explosión de investigaciones relacionadas, que ilustra sobre el gran interés que existe por el estudio de las cocinas regionales como un factor impulsor del turismo gastronómico, en particular en España (Feo Parrondo, 2005; Pereiro y Prado Conde, 2005; Clemente Ricolfe *et al.*, 2008), sin olvidar a Portugal (Oliveira, 2007). De tal manera que el turismo gastronómico se nutrió para crecer, en sus inicios, de la asociación con productos ligados a la tradición cultural regional, como el vino, y a la viticultura como actividad, que gozaban de la protección de una denominación de origen geográfico (Du Rand *et al.*, 2003; Ávila Barrado, 2005; Fernández y Guzmán Ramos, 2007).

3.2 Segunda parte: la gastronomía como eje articulador del turismo con la geografía, el territorio y la cultura regional, desde una perspectiva de desarrollo sostenible

La gastronomía es una práctica social que articula la geografía con la cultura gracias a dos elementos principales: el desarrollo de las cocinas regionales y el impulso generado por el establecimiento de indicaciones de protección geográfica en un territorio determinado.

El papel jugado por las cocinas regionales es determinante en este proceso. Ellas actúan como un medio para transmitir saberes ancestrales ligados a una historia asociada a un territorio (Folgado Fernández *et al.*, 2017a; Folgado Fernández *et al.*, 2017b). A través de las cocinas regionales se enlaza el territorio con los patrimonios culturales y la vida de las comunidades locales. Uno de los propósitos de esta relación es reforzar la identidad cultural local. Otro es el de crear alternativas económicas que permitan dinamizar la economía local, estimulando el desarrollo del turismo. En este caso, del turismo gastronómico.

Las cocinas regionales van más allá del quehacer culinario que se materializa con un corpus culinario o recetario de cocina, pues reflejan la representación concreta de un territorio que se expresa, de un lado, por su biodiversidad, y, por el otro, por una cultura, y que se caracteriza por hábitos alimentarios, maneras en la mesa, comportamientos sociales, estilos de vida (Dall'Ara, 2010; Ortega *et al.*, 2012; Di Clemente *et al.*, 2014). En la práctica, los ingredientes alimentarios transformados en la cocina local provienen de la actividad cumplida por productores locales en el entorno inmediato. Esos ingredientes son objeto de una tradición que los ha transmitido de una generación a la otra y son portadores de historias locales de sus orígenes y de su evolución (Petrini, 2001, 2007; Roden, 2003; Espeitx, 2004, 2007; Ramírez, 2011).

En la medida en que se desarrolla la cocina regional, y se va reconociendo socialmente la identificación de la calidad de sus productos con las bondades naturales (clima, suelo) de un territorio determinado, se van definiendo las relaciones de identidades imaginarias entre un producto y su origen geográfico (o terruño), y se

crean las condiciones para el establecimiento de algunos de los sistemas de protección de esos productos, que corresponden generalmente a bebidas alcohólicas como vinos, champaña, tequilla o mezcal; quesos, como roquefort o manchego; y aceites comestibles, como aceite de oliva. Los indicadores de protección geográficas, bien sean denominaciones de origen protegidos (DOP) o indicadores geográficos protegidos (IGP), son signos empleados para visibilizar un producto de calidad excepcional ligado estrechamente a un origen geográfico y a un contenido cultural e histórico, que establece un derecho de propiedad intelectual reconocidos por tratados internacionales (O'Connor y Murphy, 2004; Menasche y Gomensoro, 2007; Berard *et al.*, 2008; Leclert 2007; Errazúriz Tortorelli, 2010; Nocifora *et al.*, 2011; De Sousa, 2015; Hernández López, 2018; Martín Moral, 2021).

Esa combinación de conceptos como cocinas regionales, indicadores de protección geográfica y las manifestaciones populares y religiosas, que implican la celebración de comidas festivas, ceremoniales o conmemorativas, representa un fuerte estímulo para el desarrollo del turismo gastronómico (Chacón, 2021). Y sobre todo si esa acción se asocia con alguna ruta gastronómica.

El resultado, aparte de que activa las fuerzas económicas locales, estimula el desarrollo local sostenible de las zonas agrícolas, generalmente deprimidas, contribuye a mantener el paisaje cultural, a preservar la biodiversidad, a reforzar la trazabilidad del producto y ayuda a posicionar el territorio (Scheffer y Piriou, 2009; Bessiere *et al.*, 2013). Ese efecto combinado agrega un notable plus de valor a la cultura y a la economía de la región. Los turistas se aproximan más directamente al entorno, al territorio, a la geografía y la historia locales, consumiendo, además, artesanía local, disminuyendo la dependencia que la región tiene con respecto a la estacionalidad de sus productos tradicionales, diversificando la oferta de productos, y creando nuevos ingresos y puestos de trabajo (Martínez Ruiz y Jiménez Zarco, 2006; Millán Vázquez de la Torre y Morales Fernández, 2010; UNWTO, 2012; Jeambey, 2016).

3.3 Tercera parte: revisión de literatura sobre el tema del turismo gastronómico y sus interrelaciones

Uno de los objetivos de este artículo de revisión sobre el origen y evolución del concepto de turismo gastronómico fue, tras la contextualización del concepto principal, y la mención de sus interrelaciones más directas, la de intentar clasificar y categorizar el objeto del estudio, tomando en cuenta subtemas relacionados con el turismo gastronómico, como son la ruta gastronómica, el destino gastronómico, la cocina regional, la denominación de origen y de otras indicaciones geográficas de protección de los productos regionales.

Nuestro objetivo fue la categorización, de manera general, de la literatura existente sobre el turismo gastronómico y sus interrelaciones, tomando en cuenta cinco bloques de búsqueda. Una parte de esa bibliografía ya la hemos utilizado en la introducción. Ahora presentaremos una pequeña muestra representativa de cada uno de los bloques propuestos.

- a) Los estudios que vinculan a la alimentación con el turismo. Se trata de estudios mayormente teóricos que discuten la relación existente entre el turismo y la alimentación como la motivación principal del viaje, que crea una modalidad particular de turismo: el turismo gastronómico. Entre ellos sobresalen los aportes de Bessiere, 1998; Saramago, 2002; Hall *et al.*, 2003; Long, 2003; Kozak, 2003; Riley, 2005; Ignatov y Smith, 2006; Bessiere, 2006; Poulain, 2007; Santos y Leal, 2012; Malazon, 2012; Bessiere *et al.*, 2013; Hall y Gosling, 2013; Mancera y Valencia, 2020).
- b) Los estudios que son pioneros en la definición del concepto de turismo gastronómico y su establecimiento como modalidad de turismo. En esta parte son importantes las contribuciones de Hall *et al.*, 2000; Hjalager y Corigliano, 2000; Hjalager, 2000 y 2003; Hall y Sharples, 2003; Torres, 2003; Hall *et al.*, 2008; Khatri, 2019.
- c) Los estudios que explican como el turismo gastronómico pasó de ser una modalidad turística de alcance limitado para convertirse en un fenómeno universal con un acelerado ritmo de crecimiento. Entre ellos destacan los trabajos

de Brunori y Rossi, 2000; Enright y Newton, 2004; Nogués, 2007; Di Clemente *et al.*, 2013; Robinson y Getz, 2014; Sariago, 2015; Sandoval Guerrero, 2022.

- d) Los estudios que tratan sobre las interrelaciones del turismo gastronómico con los conceptos de ruta turística, destino gastronómico, denominaciones de origen y cocina regional. En esta sección existe una numerosa bibliografía, de la cual seleccionamos solo una muestra de la literatura relacionada: Bernard y Domínguez, 2001; O'Connor y Murphy, 2004; Blanco y Riveros, 2004; Reyes y Barrado, 2005; Mitchell y Hall, 2006; Stewart, *et al.*, 2008; Errázuriz Tortorelli, 2010; Millán y Agudo, 2010; Hernández Dancausa y López, 2014; Bellini *et al.*, 2018; Wan y Choisis, 2020.
- e) Los estudios que han elaborado revisiones de literatura sobre el tema del turismo en general, un poco parecidos a la nuestra que está dedicada a la revisión de los estudios sobre el turismo gastronómico. Esas revisiones han servido de guía en nuestra búsqueda. En este caso, fueron muy útiles las revisiones de O'Connor y Murphy, 2004; López Guzmán *et al.*, 2013; Hernández Rojas, 2015; Knott Gil, 2016; Hernández Rojas y Dancause Millán, 2014; Ellis *et al.*, 2018. Otras revisiones informan sobre ciertos comportamientos alimentarios de los turistas, en particular sobre la satisfacción de los turistas (Malazón, 2012) y Mancera Valencia (2020), y de las conductas de los consumidores catalogados como *foodies*. Es el caso de Robinson, *et al.* (2014); Richards (2002, 2015) y Yosukmaz *et al.* (2017).

4. Conclusiones

La bibliografía relacionada con el concepto de turismo gastronómico y sus interrelaciones es extensa, pero muy desigual, desatendiendo el examen de los casos prácticos en la región de América Latina y el Caribe. En algunos aspectos, tal como lo muestra esta revisión bibliográfica, las debilidades de la investigación son notorias, como el que trata sobre el comportamiento de los turistas y los estudios sobre rutas gastronómicas y destinos gastronómicos en América Latina y el Caribe.

La relativa falta de abordaje del tema del turismo gastronómico, o de algunos de los subtemas interrelacionados, es notoria en el caso de los países de América Latina y del Caribe. Allí casi no aparece el tema referenciado en los estudios regionales de turismo, salvo notables excepciones en algunos países como México, Brasil, Argentina, Perú y Colombia. Ese hecho quizás sea consecuencia del escaso desarrollo y promoción de las cocinas regionales en la región. Una gran parte de los estudios sobre el tema aquí consignados hacen referencia a otros países de mayor desarrollo turístico, como España.

Esa escasa atención concedida a los estudios sobre el turismo gastronómico no es deseable, sobre todo teniendo en cuenta que la mayoría de los países de América Latina y del Caribe dependen económicamente en gran parte de la actividad turística, tales como México, República Dominicana, Costa Rica, Perú, Colombia, Ecuador, e incluso Brasil, que están apostando por el turismo como una de las opciones principales para promover su crecimiento económico. Algunos de esos países, como Ecuador y Venezuela, se encuentran entre los que cuentan con la mayor biodiversidad en el planeta y disponen, en consecuencia, de una rica y variada despensa alimentaria, que puede ser la base para establecer una vigorosa cocina regional. Pero en la práctica no es así. El precario desarrollo de sus cocinas regionales, y su escasa difusión internacional, no reflejan el óptimo aprovechamiento de las ventajas competitivas que poseen esos países para competir en los mercados internacionales del turismo gastronómico.

Los países latinoamericanos y caribeños disponen de una gran dotación de atractivos naturales y culturales, y deberían desarrollar

diversos programas de turismo internacional, como es el caso de Venezuela, Colombia y Ecuador, pero antes tienen que realizar acciones para desarrollar su cocinas regionales, valorizando sus territorios con una activa participación de las comunidades locales, para convertir al turismo gastronómico y sus interrelaciones en un auténtico instrumento de desarrollo, dentro del marco del desarrollo sostenible.

La principal despensa para el desarrollo del turismo gastronómico es una rica biodiversidad, de la que disponen varios países suramericanos, clasificados como los de mayor biodiversidad. Sin embargo, esa ventaja reflejada en su rico patrimonio biológico no ha sido plenamente utilizada en la cocina ni aprovechada para promover fines turísticos. Así mismo, resulta infravalorada también la riquísima diversidad cultural, que acoge, en su diversidad de culturas, variados estilos culinarios regionales, que reflejan una vigorosa fusión o mestizaje de gastronomías europeas, asiáticas y africanas, con las gastronomía autóctonas.

El examen de los diversos bloques de búsqueda de esta revisión indicó que hay pocos estudios regionales que relacionen el turismo gastronómico con el territorio y la geografía locales, o con el patrimonio y la identidad cultural, o que traten sobre las grandes posibilidades existentes para definir indicaciones geográficas de protección para los productos tradicionales de América Latina y el Caribe. Se carece también de investigaciones que vinculen al turismo gastronómico con las cocinas regionales populares y sus contribuciones al empoderamiento y al aumento del bienestar de las deprimidas comunidades locales.

5. Referencias citadas

ALAIN, D. 1999. "Triangulation in qualitative tourism research". *Tourism Management*, 20(1): 157-161.

ALONSO, A. D. & J. NORTHCOTE. 2010. "The development of olive tourism in western Australia: A case study of an emerging industry". *International of Tourism Research*, 12: 696-708.

ANDRE GUERRERO, R. y A. I. VERDÚ. 2012. "Turismo enológico en Alicante: La ruta del vino en el municipio de Pinoso". *Cuadernos de Turismo* (30): 35-61.

- ANTONIOLI CARIGLIANO, R. 2002. "The route of quality: Italian gastronomy networks in operations". In: A. J. HJALAGER & G. RICHARDS (Eds.), *Tourism and Gastronomy*, pp. 166-185. Routledge. London, UK.
- ARMESTO LÓPEZ, X. A. y B. GÓMEZ MARTÍN. 2004. "Productos alimentarios de calidad, turismo y desarrollo local: el caso del Priorat". *Cuadernos Geográficos*, 34: 83-94.
- ASCANIO, A. 2010. "El objeto del turismo ¿Una posible ciencia social de los viajes?". *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 8(4): 633-641.
- ASCANIO, A. 2009. "Rutas gastronómicas chilenas: una aproximación al tema". *PASOS, Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 7(2): 321-325.
- ASCANIO, A. 2008. "Competencia turística y Estrategias: la coherencia entre modelos". *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 6(1): 117-120.
- AU, N. & R. LAW. 2002. "Categorical classification of tourism dining". *Annals of Tourism Research*, 29(3): 819-833.
- ÁVILA, R. y A. BARRADO. 2005. "Nuevas tendencias en el desarrollo de destinos turísticos: marcos conceptuales y operativos para su planificación y gestión". *Cuadernos de Turismo*, 15: 27-43.
- BELLINI, N.; CLERGEAU, C. & O. ETCHEVERRIA. 2018. *Gastronomy and local development. The quality of products, places and experiences*. Routledge. London.
- BÉRARD, I.; MARCHANAY, P. & F. CARABIANCA. 2008. Savoirs, terroirs, produits: un patrimoine biologique et culturel. *Actes du Colloque International de restitution des travaux de recherche sur les indications et appellation d'origine géographique*. Paris, France. (17-18 Novembre).
- BERNARD, A. y P. DOMÍNGUEZ. 2001. "Rutas de arte y gastronomía: una propuesta inexplorada". *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 10(1-2): 79-90.
- BESSIERE, J. 2006. "Manger ailleurs, manger local". *Revue Espaces*, 242: 16-21.
- BESSIERE, J. 1998. "Local development and heritage: traditional food and cuisine as tourist attractions in rural areas". *Sociologia Rurales*, 38(1): 21-34.
- BESSIERE, J.; POULAIN, J. P. & L. TIBERE. 2013. L'alimentation au Coeur du voyage: le role du tourisme dans la valorisation des patrimoines alimentaires locaux. *Espaces, Tourisme et Loisirs. Actes du Colloque ASTRES*, Paris, France.
- BLANCO, M. y H. RIVEROS. 2004. Las rutas alimentarias, una herramienta para valorizar productos de las agroindustrias rurales. El caso de la industria del queso Turrialba (Costa Rica). *Congreso Agroindustria Rural y Territorio*, ARTE. Toluca, estado de México (1-4 dic).
- BONIFACE, P. 2003. *Tasting tourism: Travelling for food and drink*. Ashgate Publishing Limited. Routledge, London, UK.

- BONNIN, L. 2011. "Racontar en territoire a partir d'une production locale: l'exemple de la Tome dans le PNR de Beuges". *Espaces, Tourisme et Loisirs*, 109.
- BRIEDENHANN, J. & E. WICKENS. 2003. "Tourism routes as a tool for the economic development of rural areas-vibrant hope or impossible dream?". *Tourism Management*, 25: 71-79.
- BRUNORI, G. & A. ROSSI. 2000. "Synergy and coherence through collective action: Some insights from wine routes in Tuscany". *Sociologia Ruralis*, 40(44): 409-423.
- BUIATTI, S. 2011. "Food and tourism: the role of the slow association". In: L. SIDALI: A. SPILLER & B. SCHULZE (Eds.), *Food, Agri-culture and Tourism, Linking local gastronomy and rural tourism: Interdisciplinary Perspectives*. Springer. Berlín, Alemania.
- CANOVES, G.; HERRERA, L. y L. CUESTA. 2005. "Turismo rural en Cataluña: condicionantes de la oferta y la demanda". *Investigaciones Geográficas*, 37: 5-26.
- CHARTERS, S. y ALI-KNIGHT. 2012. "Who is the wine tourist?". *Tourism Management*, 23(3): 311-319.
- CLEMENTE RICOLE, J. S.; ROIG MERINO, B.; VALENCIA MARZO, S.; RABADÁN FERRANDIS, M. T. y C. MARTÍNEZ RODRÍGUEZ. 2008. "Actitud hacia la gastronomía local de los turistas: dimensiones y segmentación del mercado". *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 6(2): 189-198.
- COHEN, E. & N. AVIELY. 2004. "Food and Tourism: attraction and impediment". *Annals of Tourism Research*, 31(4): 755-778.
- CRACOLICI, M. F. & P. NIJKAMP, P. 2008. "The attractiveness and competitiveness of tourist destination. A study of Southern Italian regions". *Tourism Management*, 30: 336-344.
- CROUGH, G. I. & J. R. RITCHIE. 1999. "Tourism, competitiveness, and societal prosperity". *Journal of Business Research*, 44: 137-152.
- DALL'ARA, G. 2010. *Manuale dell'albergo diffuso;: l'idea, la gestione, il marketing dell'ospitalité diffuse*. Franco Angeli. Milano, Italia.
- DECROP, A. 1999. "Triangulation in qualitative tourism research". *Tourism Management*, 20(1): 157-161.
- DE ESTEBAN, J; SÁNCHEZ, V. E. y V. A. ANTONOVICA. 2015. "Turismo gastronómico y ecológico". En: J. de ESTEBAN; B. RODRÍGUEZ; A. ANTONOVICA y C. MERCADO. *Turismo gastronómico ¿Transferencias de técnicas del turismo cultural y del turismo sensorial?*, 89-104. España.
- DE SOUSA B. A. L. 2015. "Denominación de origen en Brasil. Situación actual". *Revista Rivar*, 2(5): 1-21.
- DÍAZ ARMAS, R. J. 2008. "Potencialidad e integración del "turismo el vino" en un destino de sol y playa: el caso de Tenerife". *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 6(2): 199-212.
- DI CLEMENTE, E.; HERNÁNDEZ MOGOLLÓN, J. M. y T. LÓPEZ GUZMÁN. 2014. "La gastronomía como patrimonio cultural y motor del desarrollo turístico. Un análisis DFO para Extremadura". *Tejuelo: Didáctica de la Lengua y la Literatura*. Monografía Educación Extra-No. 9: 817-833.

- DU RAND, G. E.; HEATH, E. & N. ALBERTS. 2003. "The rol of local and regional food in destination marketing: A South African situation analysis". *Journal of Travel and Tourism Marketing*, 14(3-4): 97-112.
- ELÍAS, S. R. y C. M. TUMA. 2009. "Turismo y teoría de clústers. Las potencialidades de la localidad de Monte Hermoso". *Aportes y Transferencias*, 13(1): 67-92.
- ELÍAS PASTOR, L. V. 2006) *El turismo del vino, otra experiencia de ocio*. Bilbao. Editorial Deusto. España.
- ELLIS, A.; KIM, S. & I. YEOMAN. 2018. "What's is food tourism?". *Tourism Management*, 68: 250-263.
- ENRIGHT, M. J. & J. NEWTON. 2004. "Tourism destination competitiveness: A quantitative approach". *Tourism Management*, 25(6): 777-788.
- ERRÁZURIS TORTORELLI, C. 2010. "Indicaciones geográficas y denominaciones de origen. Propiedad intelectual en progreso". *Revista Chilena de Derecho*, 37(2): 207-239.
- ESPEITX, E. 2007. "Los espacios turísticos del patrimonio alimentario". En: J. TRESSERRAS y F. MEDINA (Eds.), *Patrimonio gastronómico y patrimonio cultural en el Mediterráneo*, pp 153-174. IBERTUR Publications. Barcelona, España.
- ESPEITX, E. 2004. "Patrimonio alimentario y turismo: una relación singular". *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 2(2): 193-213.
- EVERETT, S. & C. AITCHISON. 2008. "The role of food tourism in sustaining regional identity A case study of Cornwall, Southwest England". *Journal of Sustainable Tourism*, 16(2): 150-167.
- FAGLIARI, G. 2005. *Turismo e Alimentação. Análises. Introdutórias*. Editora Roca. Brasil.
- FEO PARRONDO, F. 2005. "Turismo gastronómico en Asturias". *Cuadernos de Turismo*, 15: 77-96.
- FERNÁNDEZ, G. y A. GUZMÁN RAMOS. 2007. "Enoturismo en la región Uva y Vino. Brasil". *Estudios y Perspectivas de Turismo*, 16(2): 133-149.
- FIELDS, K. 2002. "Demand for the gastronomy tourism product. Motivational factors". In: A. M. HALAGER & G. RICHARDS. *Tourism and Gastronomy*, pp. 36-5. Routledge. London, UK.
- FISCHLER, C. 1995. *El (H)omnívoro. El gusto, la cocina y el cuerpo*. Anagrama. Barcelona, España.
- FOLGADO FERNÁNDEZ, J. A.; HERNÁNDEZ MOGOLLÓN, J. M. & P. DUARTE. 2017a. "Destination image and loyalty development: The impacts of tourists food experiences at gastronomic events". *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*, 17(1): 92-110.
- FOLGADO FERNÁNDEZ, J. A.; PALOS SÁNCHEZ, P. R.; CAMPÓN CERRO, A. M. y J. M. HERNÁNDEZ MOGOLLÓN. 2017b. "Productos gastronómicos con identidad y desarrollo del destino turístico. Un estudio sobre rutas del queso en España". *International Journal of Scientific Management and Tourism*, 3(1): 93-109.

- FOX, R. 2007. "Reinventing the gastronomic identity of Croatian tourist destination". *International Journal of Hospitality Management*, 26: 546-559.
- FUSTÉ FORNÉ, F. 2016. " El queso como recurso turístico para el desarrollo regional: le Vall de Boi como caso de estudio". *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 14(1): 243-251.
- FUSTÉ FORNÉ, F. 2015. " El turismo gastronómico: autenticitat i desenvolupament local en zones rurals". *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 61(2): 289-304.
- GANDARA, J. 2003. Hoteles sostenibles para destinos sostenibles. La calidad hotelera como instrumento para la sostenibilidad. *Simposio Internacional de Turismo y Ocio*. ESADE.
- GETZ, D. & G. BROWN. 2006. "Critical success factors for wine tourism regions: A demand analysis". *Tourism Management*, 27(1): 146-158.
- GETZ, D.; ROBINSON, R. N. S.; ANDERSSON, T. & S. VUJICIC. 2014. *Foodies and food tourism*. Goodfellow Publishers. Oxford, UK.
- GUERRA, I. R.; MORENO, V. M. y V. M. M. LÓPEZ. 2014. "El oleoturismo como atractivo turístico en el medio rural español". *Papers de Turisme*, 49-50: 89-103.
- GUEVARA PATIÑO, R. 2016. "El estado del arte en la investigación. ¿Análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos?". *Revista Folios* (en línea), 44: 165-179.
- HALL, C. M. & S. GOSLING (Eds.). 2016. *Food tourism and regional development: Networks, products and trajectories*. Routledge. London, UK.
- HALL, C. M. & GOSLING, S. (Eds). 2013. *Sustainable Culinary Systems. Local food, Innovation, Tourism and Hospitality*. Routledge. London, UK.
- HALL, C. M.; SHARPLES, I.; CAMBOURNE B. & N. MACIONIS. 2000. *Wine tourism around the world: Development, management and market*. Elsevier. Oxford, UK.
- HALL, C. M.; SHARPLES, I.; MITCHELL, R.; MACIONIS, N. & B. CAMBOURNE. 2003. *Food tourism around the world*. Butterworth-Heinemann. Oxford, UK.
- HENDERSON, J. C. 2009. "Food Tourism reviewed". *British Food Journal*, 111(4): 317-326.
- HERNÁNDEZ ROJAS, R. 2015. *Gestión y planificación de rutas turísticas gastronómicas: Estudio de caso en la provincia de Córdoba*. Universidad de Córdoba. Argentina. Tesis doctoral.
- HERNÁNDEZ-ROJAS, R. D.; DANCAUSA, M. G. y L. C. LÓPEZ. 2014. "Análisis geográfico del impacto de las denominaciones de origen e indicadores geográficos protegidos: creación de rutas gastronómicas y su impacto económico". *Internacional Journal of Scientific Management of Tourism*, 1: 47-64.
- HERNÁNDEZ LÓPEZ, J. J. 2018. Los mezcales mexicanos: la importancia de su protección como patrimonio social. *ILHA*, 20(2): 179-205.

- HERNÁNDEZ RAMÍREZ, J. 2011. "Los caminos del patrimonio. Rutas turísticas e itinerarios e itinerarios culturales". *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 9(2): 225-236.
- HJALAGER, A. M. 2003. What do tourists eat and why? Toward a sociology of gastronomy and tourism. *Paper in ATLAS Experts Meeting, Sandrino (Italy)*, (21-23 november, 2002).
- HJALAGER, A. M. 2002. "A typology of gastronomic tourism". En: A. M. HJALAGER & G. RICHARDS (Eds.), *Tourism and gastronomy*. Routledge. London, UK.
- HJALAGER, A.M. & M. CORIGLIANO. 2000. "Food for tourists. Determinants of an image". *International of Tourism Journal of Tourism Research*, 2(4): 281-293.
- IGNATOV, E. & S. SMITH. 2006. "Segmenting Canadian Culinary Tourists". *Current Issues in Tourism*, 9(3): 235-255.
- IODACHE, C.; CIOCHINA, I. & M. ASANDEI. 2010. "Clusters tourism activity increase competitiveness support". *Theoretical and Applied Economics*, 17(5): 99-112.
- JARAMILLO PANESSO, R. 2003. "Apuntes para los clústers turísticos". *Turismo y Sociedad*, 2: 35-46.
- JEAMBEY, Z. 2016. "Rutas gastronómicas y desarrollo local: un ensayo de conceptualización en Cataluña". *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 14(5): 1.187-1.198.
- KIVELA, J. & J. C. CROTTS. 2006. "Tourism and Gastronomy: gastronomy's influence on how tourists experience a destination". *Journal of Hospitality and Tourism Research*, 30(3): 354-377.
- KNOTT GIL, M. 2016. *El turismo gastronómico en España: Análisis web por provincias*. Universitat de Girona. Facultat de Turisme. Tesis de Maestría.
- KOZAK, M. 2003. "Measuring tourist satisfaction with multiple destination attributes". *Tourism Analysis*, 7: 229-269.
- LAUER, M. 2012. *La olla de cristal. Mirando el futuro de la cocina peruana*. Universidad San Martín de Porres. Lima, Perú.
- LEAL LONDOÑO, M. del P. 2015. "Estrategias de promoción gastronómica asociadas al turismo en áreas geográficamente marginadas. Un análisis comparativo entre Cataluña y Escocia". *Via Tourism Review*, 8.
- LECLERT L. 2007. *Who benefits from the "denominación de origen" Tequila?* Thesis. International Master in Master of Rural Development. Wageningen University. Netherland.
- LI, X.; HANG KONG, W. & F. X. YANG. 2021. "Authentic food experiences bring us back to the past: an investigation of a local food night market". *Journal of Travel and Tourism Marketing*, 38(3): 233-246.
- LIGNON DARMAILLAC, S. 2009. *L'oenoturisme en France. Nouvelle valorization des vinogbles. Analyse et bilan*. Éditions Feret. Bordeaux, France.

- LONG, I. 2003. *Culinary Tourism*. University of Kentucky Press. Lexington, USA.
- LÓPEZ GUZMÁN, T.; RODRÍGUEZ GARCÍA, J.; SÁNCHEZ CAÑIZARES, S. & M. J. LUJÁN GARCÍA. 2010. "The development wine tourism in Spain". *International Journal of Wine Business Research*, 23(4): 374-386.
- LÓPEZ GUZMÁN, T.; RODRÍGUEZ GARCÍA, J. y A. VIEIRA RODRÍGUEZ. 2013. "Revisión de la literatura científica sobre enoturismo en España". *Cuadernos de Turismo*, 32: 171-188.
- LÓPEZ GUZMÁN T. y M. MARGARIDA JESÚS. 2011. Turismo, cultura y gastronomía. Una aproximación a las rutas culinarias. *Book of Proceedings. Vol. I. International Conference on Tourism & Management Studies*. Algarve, Portugal.
- LÓPEZ GUZMÁN, T. y S. SÁNCHEZ CAÑIZARES. 2012. "La gastronomía como motivación para viajar. Un estudio sobre el turismo culinario en Córdoba". *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 10(5): 575-584.
- MAK, A. H. N.; LUMBERS, M. & A. EVES. 2012. "Globalization and food consumption in tourism". *Annals of Tourism Research*, 39(1): 171-196.
- MALAZÓN, E. 2012. "Gastronomía y Turismo de Masas: La satisfacción de los turistas en la alimentación que reciben en Benidorm". *Gran Tour: Revista de Investigaciones Turísticas*, 6: 122-141.
- MANCERA VALENCIA, F. J. 2020. "Patrimonio cultural gastronómico: consideraciones teóricas". *ECOTONOS. Diversidad*, 18: 26-39.
- MANCILDO, F. M.; REJANE, P. N. y L. M. SEGRE. 2010. "¿Cuál es el papel del turismo en el desarrollo local? Un análisis crítico del clúster turístico de Santa Teresa, R. J. Brasil". *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 19(5): 812-834.
- MARTÍNEZ RUIZ, M. P. y A. I. JIMÉNEZ ZARCO. 2006. *La potenciación del origen en las estrategias de marketing de productos agroalimentarios. Objetivos, situación e implicaciones*. Boletín Económico de la ICE. 2880. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Madrid, España.
- MARTÍN MORAL, F. 2021. *Las denominaciones de origen y los indicadores geográficos de protección del sector agroalimentario en Castilla y León: el caso del vino de Ribera del Duero y el lechazo de Castilla y León*. Universidad de Valladolid, España. Tesis de Grado.
- MASCARENHAS TRAMONTIN, R. C. y J. M. GANDARA GONCALVES. 2010. "Producción y transformación territorial. La gastronomía como atractivo turístico". *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 19(5): 776-791.
- McKERCHER, B. 2005. "Destination as product: A reflection on buttlér's life cycle". *Tourism Recreation Research*, 30(4): 97-102.
- McKERCHER, B.; OKUMUS, F. & B. OKUMUS, B. 2008. "Food tourism as a viable market segment: It's all how you cook the numbers!" *Journal of Travel and Tourism Marketing*, 25(2): 137-148.

- MENASCHE, R. e P. GOMENSORO. 2007. *Escolhas alimentarias.: o lugar da cultura. Caso alimentação e cultura*. REDCAPA. Porto Alegre, Brasil.
- MILLÁN, G. y E. MORALES. 2012. "Denominación de origen protegido (DOP) y turismo gastronómico: Una relación simbiótica en Andalucía". *Gran Tour. Revista de Investigaciones Turísticas*, 6: 101-121.
- MILLÁN VÁZQUEZ DE LA TORRE, M. G. y E. M. AGUADO GUTIÉRREZ. 2010. "El turismo gastronómico y las denominaciones de origen en el sur de España: Oleoturismo. Un estudio de caso". *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 8(1): 91-112.
- MILLÁN VÁZQUEZ DE LA TORRE, M. G. y E. M. AGUDO GUTIÉRREZ. 2010a. *El oleoturismo como nota de desarrollo*. Disponible en: [https:// www.scielo.org.ar/scilophp?pd-s1515-5994201000014&script-sa_rtext](https://www.scielo.org.ar/scilophp?pd-s1515-5994201000014&script-sa_rtext). [Consulta: enero, 2022].
- MILLÁN VÁZQUEZ DE LA TORRE, M. G. 2012 "Las denominaciones de origen y las rutas del vino en España. Un estudio de caso. *ROTUR. Revista de Ocio y Turismo*, 5(1): 41-66.
- MITCHELL, R.; CHARTERS, S. & J. N. ALBRECHT. 2012. "Cultural Systems and the Wine Products". *Annals and Tourism Research*, 39(1): 311-335. Disponible en: [Doi: 10.1016/j.annals.2011.05.02](https://doi.org/10.1016/j.annals.2011.05.02).
- MITCHELL, R. & C. M. HALL 2006. "Wine tourism research: The state of play". *Tourism Review International*, 9(4): 307-332.
- MOLINA MONTOYA, N. P. 2005. "¿Qué es el estado del arte?". *Ciencia y Tecnología para la salud visual y ocular*, 3(5): 73-75.
- MOLLEVI BARTOLÓ, G. y F. FUSTÉ FORNÉ. 2016. "El turismo gastronómico, rutas turísticas y productos locales: el caso del vino y el queso en Cataluña". *Geographicalia*, 68: 25-47.
- MOLZ, J. G. 2007. "Eating difference: The cosmopolitan mobility of culinary tourism". *Space and Culture*, (1): 77-93.
- MORILLO MORENO, M. C. 2011. *Turismo y producto turístico. Evolución, conceptos, componentes y clasificación. Visión General*. 1. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- NOCIFORA, E.; DE SALVO, P. & V. CALZATI. 2011. *Territori lenti, e turismo di qualità*. Franco Angeli. Milano, Italia.
- NACIONES UNIDAS / CEPAL. 2020. *Evaluación de los efectos e impactos de la pandemia de COVID-19 sobre el turismo en América Latina y el Caribe: aplicación de la metodología para la evaluación de desastres (DaLA)*. Santiago de Chile
- NOGUÉS, A. 2007. "From the inside to inside: A new development model in tourism environments". *Tourism and Hospitality Planning & Development*, 4(1): 75-87.

- OKUMUS, B.; OKUMUS, F. & B. MCKERCHER. 2007. "Incorporating local and international cuisines in the marketing of tourism destination: the cases of Hong Kong and Turkey". *Tourism Management*, 28: 253-261.
- OLIVEIRA, S. 2007. "La importancia de la gastronomía en el turismo. Un ejemplo de Mealhada". *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 16(3): 261-282.
- OLSEN, W. 2004. "Triangulation in social research. Qualitative and quantitative methods can really be mixed". En: M. HOLBORN, ORMSKIRK (ed.), *Development in Sociology*. Causeway Press. UK.
- ORTEGA F. J.; SÁNCHEZ M. y J. M. HERNÁNDEZ. 2012. *La gastronomía "de alta gama, de lujo o de calidad" como eje potenciador del turismo cultural y de sensaciones en Extremadura*. Fundación Caja Extremadura. Cáceres, España.
- PEREIRO, X. y S. PRADO CONDE. 2005. "Turismo e oferta gastronómica na comarca de Ulloz (Galiza): Análise de uma experiencia de desenvolvimento local". *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 3(1): 109-123.
- PETRINI, C. 2007. *Bueno, limpio y justo: principios de una nueva gastronomía*. Polifemo. Madrid, España.
- PETRINI, C. 2001. *Slow Food: The case of taste*. Columbia University Press. New York, USA.
- POULAIN, J. 2007. "Los patrimonios gastronómicos y sus valoraciones turísticas". En: J. TRESSERRAS; F. X. MEDINA (Eds.), *Patrimonio gastronómico y patrimonio cultural en el Mediterráneo*. Ibertur. Barcelona, España.
- PRIETO, M. F. y M. F. TRIANA VALIENTE. 2019. "Las rutas gastronómicas en el departamento del Meta. Una propuesta de sustentabilidad turística". *Turismo y Sociedad*, 25: 169-194.
- QUAN, S. & N. WANG. 2004. "Towards a structural model of tourist experience: an illustration from food experiences in tourism". *Tourism Management*, 3: 297-305.
- REYES, R. y D. BARRADO. 2005. "Nuevas tendencias en el desarrollo de destinos turístico.: marcos conceptuales y operativos para la planificación y gestión". *Cuadernos de Turismo*, 15: 27-43.
- RICHARDS G. 2015. "Evolving gastronomic experiences: From food to foodies to foodscapes". *Journal of Gastronomy and Tourism*, 1(1): 5-17.
- RICHARDS, G. 2002. "Gastronomy: An essential in tourism production and consumption". In: A. M. HJALAGER & G. RICHARDS (Eds.), *Tourism and Gastronomy*, pp. 3-20. Routledge. London, UK.
- RILEY, M. .2005. "Food and beverage management. A review of change". *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 17(1): 88-93.
- ROBINSON, P. & D. GETZ. 2014. "Profiling potencial food tourists: An australian study". *British Food Journal*, 116(4): 690-706.

- ROBINSON, R.; ANDERSSON, T. & S. VUJICIC. 2014. *Foodies and food tourism*. Goodfellow Publishers. Boston, USA.
- RODEN, C. 2003. "Local food and culture". *Local Food & Tourism International Conference*. OMT (Eds.), pp. 9-14. Madrid, España.
- SÁNCHEZ CAÑIZARES S & T. LÓPEZ GUZMÁN. 2011. "Gastronomy as a tourism resource profile of the culinary tourist". *Current Issues in Tourism*, 3: 229-245.
- SANDOVAL GUERRERO, L. K. 2022. "Patrimonio cultural. Una alternativa para la dinamización de la economía: estudio del caso Ecuador". *Revista de Investigación SIGMA*, 9(1): 73-84.
- SANTOS, K. y R. LEAL. 2012. Cooperativa de doces Santa Salud: a tradicao gerano renda. *I Seminário sobre alimentos y manifestações culturais tradicionais*, pp. 1-10. Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão. Brasil. (21-23 maio).
- SARAMAGO, A. 2002. "¿Gastronomia, patrimônio cultural?". En: *Com os olhos no futuro. Reflexões sobre o Turismo em Portugal*. ICEP. 15-21. Lisboa, Portugal.
- SARIEGO, I. 2015. "Las rutas del pisco como elementos turísticos representativos de la cultura peruana". *International Journal of Scientific Management and Tourism*, (1): 167-192.
- SCARPATO, R. 2002. "Gastronomy as a tourist product: The perspective of gastronomy studies". In: A. H. HJALAGER & G. RICHARDS (Eds.), *Tourism and gastronomy*, pp. 51-70. Routledge. London, UK.
- SCHEFFER, S. et J. PIRIOU. 2009. *La "gastronomie" dans le promotion d'une destination touristique: de l'image aux lieux de pratiques. Analyse comparé de la Normandie et la Bretagne*. Programme de Recherche Pour et Sur le Developpment Régional dans le Grand Ouest. Disponible en: http://connates.inra.fr/psdr/liproco/R46_scheffer_piriou_2009.pdf.
- SCHLUTER, R. G. 2003. *Turismo y patrimonio gastronómico. Una perspectiva*. Centro de Investigaciones y Estudios Turísticos (CIET). Buenos Aires, Argentina.
- SCHULER, R. y D. THIEL. 2008. "Gastronomía y turismo en Argentina. Polo gastronómico Thomas Jofré". *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 6(2). Número especial.
- SIMS, R. 2009. "Food, place and authenticity: Local food and the sustainable tourism experience". *Journal of Sustainable Tourism*, 17(3): 321-336.
- SMITH, S. & C. COSTELLO. 2009. "Segmenting visitors to a culinary event: motivation, travel behaviors, and expenditures". *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 18(1): 44-67.
- STEWART, J. X.; BRAMBLE, L. & D. ZIRALDO. 2008. "Key challenges in wine and culinary tourism with practical recommendations". *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 20(3): 302-312.

- SUNA, B. & M. D. ÁLVAREZ. 2021. "The role of gastronomy in shaping the destination's brand identity: an empirical analysis, based on stakeholders's opinion". *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 30(6): 738-758.
- TELFER, D. & G. WALL. 1996. "Linkages between tourism and food production". *Annals of Tourism Research*, 23(3): 635-653.
- TIKKANEN, I. 2007. "Maslow's hierarchy and food tourists in Finland: five cases". *British Food Journal*, 109(9): 721-734.
- TORRES, E. 2003. "Del turista que se alimenta al turista que busca comida". En: LACANAU y NORRILD, *Gastronomía y Turismo. Cultura en el plato*. Centro de Investigaciones y Estudios Turísticos (CIET). Buenos Aires, Argentina.
- TRAMONTIN, R. y J. M. GONCALVES. 2010. "Producción y transformación territorial, la gastronomía como atractivo turístico". *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 19: 776-791.
- TRESSERRAS, J.; MEDINA, X. y J. C. MATAMALA. 2007. "El patrimonio gastronómico como recurso de las políticas culturales y turísticas en España: el caso de Cataluña". In: J. TRESSERRAS y X. MEDINA (Eds.), *Patrimonio gastronómico y turismo cultural en el Mediterráneo*. IBERTUR. Barcelona, España.
- UNWTO. 2012. *Global Report and Food Tourism*. Madrid, España.
- VALLS, J. F. 2004. *Gestión de destinos turísticos sostenibles*. Gestión 2000.com. Madrid, España.
- VIEILLE, K. et J-M. GIRARD. 2006. "Le tourisme redécouvre les vertus de terroir et de la bonne chere". In: *Espaces, Tourisme et Loisirs*, 242/2006. Publications Espaces. Paris, France.
- VINHA, I. 2004. *Gastronomia. Atracção turística primaria (Estudo do caso os "domingos gastronómicos")*. Universidade de Aveiro, Portugal. Teses de Licenciatura.
- WAN Y. K. P. & S-H. CHOIS. 2020. "Food tourists and food image in a creative city of gastronomy in Macao, China". *Journal of China Tourism Research*, 18(3): 1-21.
- WORLD TRAVEL AND TOURISM COUNCIL (WTTC). 2015. *Travel and Tourism: Economic Impact 2015*. WTTC. London, UK.
- WORLD TRAVEL AND TOURISM COUNCIL (WTTC). 1993. *Travel and Tourism: A new economic perspective*. Brussels. Bélgica.
- YOZUKMAZ N.; BEKAR A. & B. KILIC B. 2017. "A conceptual review of 'foodies' in tourism". *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 5(4): 170-179.

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador; julio, 2023

Sistema para el seguimiento de ecosistemas venezolanos

Sistema de monitoramento dos ecossistemas venezolanos

Venezuelan ecosystem monitoring system

Javier Martínez¹ e Isabel Llatas Salvador²

¹ Universidad Simón Bolívar (USB), Coordinación Estadística

² Universidad Simón Bolívar (USB), Departamento de Procesos y Sistemas

Caracas, Venezuela

javiermartinez@usb.ve; llatas@usb.ve

Martínez: <https://orcid.org/0000-0002-6245-6359>

Llatas: <https://orcid.org/0000-0001-7769-9532>

Resumen

Se presenta el desarrollo de una aplicación *Web* de código abierto como sistema para el monitoreo de ecosistemas venezolanos (SSEV), utilizando información recopilada por sensores remotos. Las regiones de estudio fueron los parques nacionales Cerro Saroche y Terepaima, ubicados en el estado Lara, República Bolivariana de Venezuela. La aplicación utiliza una base de datos *MongoDB* que se elaboró a partir de información obtenida a través de dispositivos de teledetección. Los productos utilizados fueron el *MOD13Q1-v006* (NDVI) de la NASA, *ERA5-Land* (precipitación total) de *Copernicus* y *SRTMGL3-v003* (elevación) de USGS *Earth Explorer*. Se creó un proceso para la reproyección y regrillado de los datos a fin de generar una cuadrícula regular para cada parque. Los desarrollos permitieron publicar una aplicación *web* (<https://ms-ds-ssev.herokuapp.com/>) con códigos alojados en repositorios públicos *GitHub* (*geet-metview*, *seev-analytics* y *seev-dash*). Para la implementación, se utilizó la plataforma *Heroku* junto con imágenes *Docker*.

PALABRAS CLAVE: aplicación web; dispositivos de teledetección; procesamiento de datos satelitales.

Resumo

O desenvolvimento de um aplicativo da Web de código aberto é apresentado como um sistema para monitorar os ecossistemas venezuelanos (SSEV), utilizando informações coletadas por sensores remotos. As regiões de estudo foram os parques nacionais Cerro Saroche e Terepaima, localizados no estado de Lara, República Bolivariana da Venezuela. O aplicativo emprega um banco de dados MongoDB que foi desenvolvido a partir de informações obtidas de dispositivos de sensoriamento remoto. Os produtos usados foram MOD13Q1-v006 (NDVI) da NASA, ERA5-Land (precipitação total) do Copernicus e SRTMGL3-v003 (elevação) do USGS Earth Explorer. Foi criado um processo para reprojeter e regridificar os dados para gerar uma grade regular para cada parque. Os desenvolvimentos permitiram a publicação de um aplicativo da Web (<https://ms-ds-ssev.herokuapp.com/>) com códigos hospedados em repositórios públicos do GitHub (*geet-metview*, *seev-analytics* e *seev-dash*). Para a implementação, a plataforma Heroku foi usada junto com imagens do Docker.

PALAVRAS-CHAVE: aplicativo da Web; dispositivos de sensoriamento remoto; processamento de dados de satélite.

Abstract

This research presents the development of an open-source *web* application as a system for monitoring Venezuelan ecosystems (SSEV), using information collected by remote sensing devices. The study regions were the national parks Cerro Saroche and Terepaima, localized in Lara State, Bolivarian Republic of Venezuela. The application uses a *MongoDB* database, with information gotten through remote sensing devices. The products used here were the *MOD13Q1-v006* (NDVI) by NASA, *ERA5-Land* (total precipitation) by *Copernicus* and *SRTMGL3-v003* (elevation) by USGS *Earth Explorer*. A process was created to reproject and re-grid the data, in order to create a regular grid for each park. The developments made possible to publish a web application (<https://ms-ds-ssev.herokuapp.com/>) with codes hosted in public *GitHub* repositories (*geet-metview*, *seev-analytics* and *seev-dash*). For the deploy, the *Heroku* platform was used in conjunction with *Docker* images.

KEYWORDS: web application; remote sensing devices; satellite data processing.

1. Introducción

El progreso en las áreas tecnológicas ha sido el detonante de una revolución en los modos de abordar los estudios afines con el territorio (Nieto y Cárdenas, 2018). Si bien la incorporación de sensores remotos en el espacio para la realización de observaciones terrestres, fue fundamentada en la idea de situar al hombre en la Luna, el concurrente avance en el diseño y desarrollo de ordenadores, producto inicial de los programas espaciales, es lo que realmente ha marcado la diferencia en el tratamiento digital de imágenes y en la concepción del término *remote sensing* (teledetección), utilizado por primera vez en 1960 para hacer referencia a la observación y medida de un objeto sin estar en contacto con él (Ormeño, 2006).

En la actualidad, organismos como la NASA (*National Aeronautics and Space Administration of the United States of America*), USGS (*United States Geological Survey*), NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration of the United States of America*), la Unión Europea por medio del programa *Copernicus* y *Google*, brindan de forma gratuita información captada por sensores remotos y dispositivos de teledetección (datos abiertos) mediante plataformas dinámicas que permiten a científicos, investigadores y desarrolladores detectar cambios, mapear tendencias y cuantificar diferencias en la superficie de la Tierra.

En consecuencia, se ha generado un especial interés por el uso de los datos abiertos para el seguimiento de la dinámica territorial de variables climáticas como la temperatura, precipitación o de uso de la tierra, tal como los índices de vegetación que se construyen a partir de la longitud de onda azul (*Blue*), roja (*Red*) y la radiación infrarroja cercana (NIR), para así anular elementos como el suelo, la nieve, el agua, etc. Con esta información es posible generar una nueva imagen, donde se resaltan los píxeles relacionados con la cobertura vegetal de la Tierra. Estos índices pueden servir para determinar la evolución en el tiempo de la

cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación en las áreas protegidas (Garrouette *et al.*, 2016). Entre los índices de vegetación más implementados se puede señalar al índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) definido como (Didan *et al.*, 2015):

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Ecuación 1. Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada. Fuente: elaboración propia, 2023

Las investigaciones indican que el NDVI están fuertemente correlacionado con la precipitación acumulada (Nepita *et al.*, 2019) y es de utilidad en la detección de cambios en la vegetación. En la práctica, las series temporales del NDVI han sido usadas en estudios de tendencia y cambio estacional en el dosel de los manglares del sistema lagunar Teacapan-Agua Brava, México (Nepita *et al.*, 2019), en el monitoreo de la cubierta vegetal en la región Jbeniana de Túnez (Hachicha *et al.*, 2018), en la medición de las áreas agrícolas quemadas del distrito de Purba Bardhaman de la India (Mohammad *et al.*, 2023) y en el seguimiento del tifus de matorral en la propuesta de monitoreo biológico, para la formulación de estrategias dirigidas al control de enfermedades, de la ciudad de Guangzhou en China (Huang *et al.*, 2023).

El Sistema para el Seguimiento de Ecosistemas Venezolanos (SSEV) es un proyecto que enlaza datos satelitales con los últimos avances tecnológicos en la construcción de aplicaciones *Web* y bases de datos *NoSQL*. Surge como alternativa ante el déficit de información de fenómenos meteorológicos y variables climatológicas en los principales ecosistemas venezolanos.

En este trabajo se presentan los avances alcanzados en el desarrollo de una aplicación *Web* de código abierto para el monitoreo predictivo de los principales índices de vegetación, variables climáticas e índices

macroclimáticos que afectan los ecosistemas venezolanos, en áreas protegidas.

Se espera que el SSEV se convierta en una herramienta que pueda ser usada para la previsión de cambios espacio-temporales de la cobertura vegetal que ayuden en la toma de decisiones de quienes deben velar por la salud de estos ecosistemas. Actualmente, la herramienta cuenta con un módulo de predicción del NDVI basado en un modelo de redes neuronales que tiene como entradas: (i) una variable macroclimática (Índice Niño Oceánico), que hace seguimiento a la evolución de los eventos El Niño y La Niña; (ii) la precipitación espacio-temporal total; (iii) la elevación del terreno, y (iv) las series históricas del NDVI para los parques Cerro Saroche y Terepaima.

El punto de partida para los pronósticos temporales y predicciones espacio-temporales fue la obtención y procesamiento de los datos. Por lo general, para la conexión, descarga y procesamiento de datos abiertos son necesarias habilidades de programación y conceptos geoespaciales que frecuentemente no están disponibles o accesibles en la documentación científica. En este trabajo se presenta la propuesta de una plataforma *Web* de código abierto, cuyos desarrollos teórico-prácticos están alojados en repositorios públicos *GitHub*, lo que permite a la comunidad científica replicar los mecanismos generados en la descarga y manipulación de datos, para la identificación de eventos El Niño y La Niña, así como en la obtención de los registros históricos de temperatura, la precipitación total e índices de vegetación de los principales parques nacionales venezolanos.

2. Materiales y métodos

La información contenida en el SSEV constituye un conjunto de datos abiertos descargados directamente de los repositorios de la NASA, USGS, *Copernicus*, NOAA y *Google Earth Engine*. Para garantizar la eficiencia, confiabilidad y compatibilidad de los desarrollos, se utilizó *Git*

como *software* de control de versiones, *GitHub* para el alojamiento en la nube de los repositorios y *Conda* como sistema de administración de librerías *Python*. El SSEV está constituido por tres repositorios públicos que abordan los elementos de: (i) recopilación y tratamiento de la información (repositorio *geet-metview* disponible en: <https://github.com/esglobe/geet-metview>), (ii) análisis de datos (repositorio *seev-analytics* disponible en: <https://github.com/esglobe/seev-analytics>), y (iii) paneles de visualización (repositorio *seev-dash* disponible en: <https://github.com/esglobe/seev-dash>). Cada uno de ellos cuenta con el archivo *environment.yml* que define las versiones de las librerías, requerimientos y complementos precisos para crear el entorno (*Conda environment*) que avala la correcta ejecución de los desarrollos tecnológicos y su implementación en servidores locales o servicios en la nube.

2.1. Los datos

La Unión Europea ha perfeccionado un programa para la observación de la Tierra denominado *Copernicus*, en honor a Nicolaus Copernicus, que dispone de un conjunto de datos (*datasets*) públicos donde destaca el producto *ERA5-Land* por contener información de variables climáticas desde el año de 1950 a la fecha. Este programa cuenta con mecanismos que facilitan descargar data, como la librería *cdsapi* de *Python*, que admiten recopilar información de una región delimitada. En la investigación se descargaron los datos correspondientes a la variable precipitación total, definida como el agua líquida y congelada acumulada, incluyendo lluvia y nieve, que cae a la superficie de la Tierra, siendo su unidad metros, haciendo referencia a la profundidad que tendría el agua si se distribuyera uniformemente sobre la cuadrícula, pero por comodidad, en la investigación se ha realizado la conversión a milímetros. Las características del *dataset* son presentadas en la TABLA 1.

TABLA 1. Descripción del *dataset ERA5-Land*. Fuente: elaboración propia, 2023

Característica	Descripción
Tipo de datos	Cuadrículados
Proyección	Cuadrícula regular de latitud y longitud (grados)
Tamaño del pixel	9 kilómetros
Temporalidad	Desde 01-01-1970 con actualización mensual
Formato del archivo	GRIB

Por su parte, *Google Earth Engine* es una plataforma de *Google* que ofrece un catálogo de imágenes satelitales, geospaciales, datos climatológicos, entre otros. El producto *WCMC/WDPA/current/polygons* de este catálogo es consecuencia del *World Database on Protected Areas (WDPA)*, creado por el Centro de Monitoreo de la Conservación Mundial del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA-WCMC) y es considerada como la fuente de información más actualizada y completa de áreas protegidas.

Por otro lado, el conjunto de datos SRTM es el resultado de un esfuerzo colaborativo entre la NASA y la Agencia de Inteligencia Geoespacial de los Estados Unidos (NGA) para generar un modelo de elevación digital de la Tierra, utilizando un sistema de radar a bordo del

transbordador espacial *Endeavour* lanzado el 11 de febrero de 2000. En su tercera versión, es un producto para la investigación científica y está disponible en el portal de datos *USGS Earth Explorer*.

En la **FIGURA 1** se exponen los datos de elevación, en su proyección original, descargados del portal *USGS Earth Explorer* con el código *2_descarga_srtmgl3.sh* del repositorio *geet-metview*. La imagen corresponde a una región que envuelve a ocho estados de Venezuela (Falcón, Zulia, Trujillo, Carabobo, Yaracuy, Lara, Portuguesa y Cojedes). Como es de apreciar, los máximos valores de elevación son alcanzados en la cordillera de los Andes. La descripción del *dataset* es abordada en la **TABLA 2**.

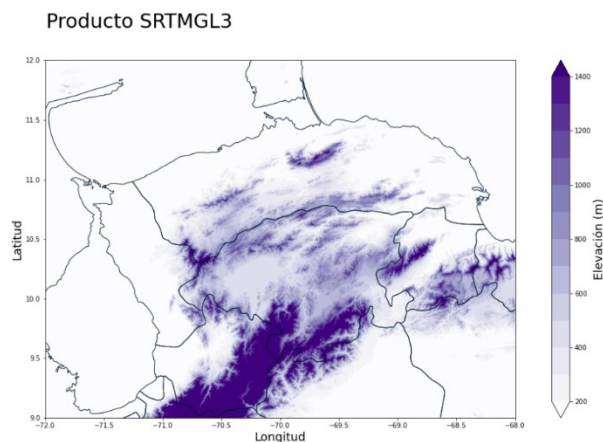


FIGURA 1. Producto *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)* en su tercera versión. Fuente: elaboración propia, 2023

TABLA 2. Descripción del *dataset SRTMGL3-v003*. Fuente: elaboración propia, 2023

Característica	Descripción
Tipo de datos	Cuadrículados
Proyección	Cuadrícula regular de latitud y longitud geográfica (Datum WGS84)
Dimensión geográfica	1 grado por 1 grado
Tamaño del pixel	90 metros
Temporalidad	2000-02-11 al 2000-02-21
Formato del archivo	HGT o NetCDF4

El *MOD13Q1-v006* es un producto desarrollado por la NASA que dispone de dos capas de índices de vegetación primaria, entre ellas el NDVI, y una con la referencia de calidad, que califica si la estimación es de alta o baja calidad, según las

condiciones climáticas al momento de la observación. En la TABLA 3 se muestra la descripción del producto.

TABLA 3. Descripción del *dataset MOD13Q1-v006*. Fuente: elaboración propia, 2023

Característica	Descripción
Tipo de datos	Cuadrículados
Proyección	Sinusoidal
Dimensión geográfica	1200 kilómetros por 1200 kilómetros
Tamaño del pixel	250 metros
Temporalidad	Desde 2000-02-18 con actualización mensual
Formato del archivo	HDF-EOS

Para el mecanismo de recolección de la información, se creó un proceso en *Python* disponible en el archivo *1_descargar_mod13q1.py* del repositorio *geetmetview*, que admite descargar archivos del producto *MOD13Q1-v006* desde el 2012-01-01 al 2022-04-23. En la FIGURA 2 se revela el NDVI de

la región seleccionada (norte de América del Sur) para el 18 de febrero del 2022. En el área se pueden identificar países como Venezuela, Colombia, Guyana y un conjunto de Islas del Caribe como Aruba, Curaçao, Trinidad y Tobago, República Dominicana, Haití, entre otras.

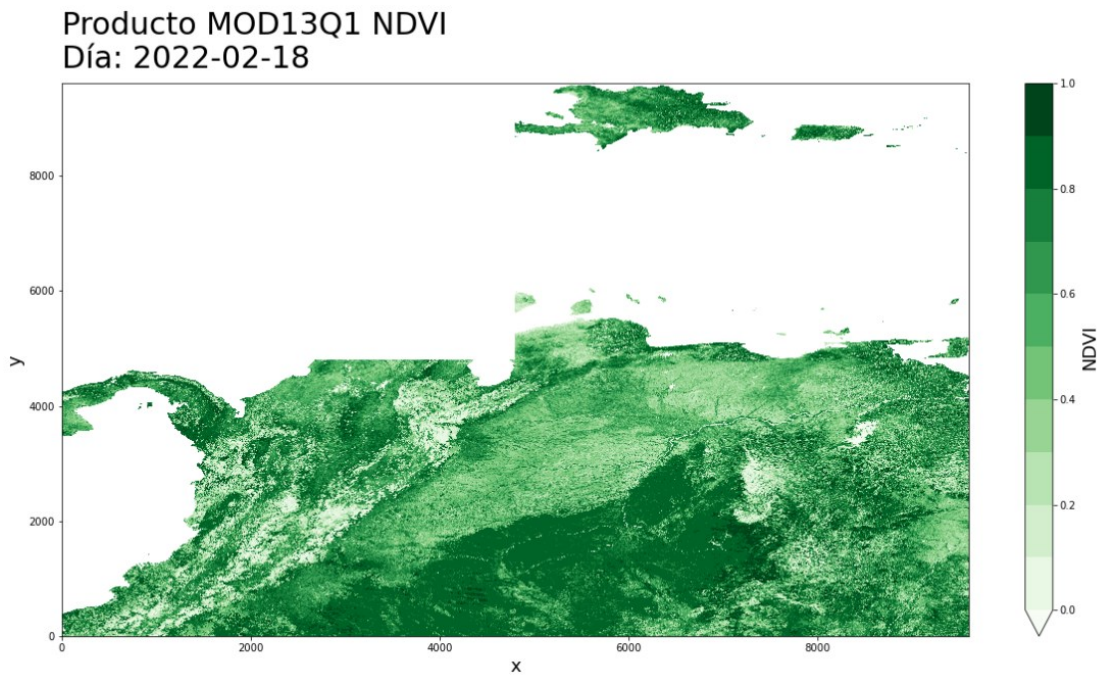


FIGURA 2. NDVI del 2022-02-18 estimado por la NASA. Producto *MOD13Q1-v006*.
Fuente: elaboración propia, 2023

Como se comentó previamente, el sistema contiene un módulo de predicción. Siendo El Niño-Oscilación del Sur (ENSO), un fenómeno caracterizado por la fluctuación de las temperaturas del océano en la parte central y oriental del Pacífico ecuatorial y cambios en la atmósfera, que está relacionado con las anomalías interanuales de las precipitaciones (Paolini *et al.*, 2012) que pueden verse reflejadas en largas sequías o fuertes lluvias (Pontoh *et al.*, 2022), es natural considerar este fenómeno como predictor. En el seguimiento del ENSO es común el estudio del Pacífico tropical mediante una variedad de índices, entre los cuales destaca las anomalías de la temperatura en la superficie del océano (SST), específicamente, en la región denominada El Niño 3,4 (5° Sur - 5° Norte, 190° Este - 240° Este). En este trabajo se escogió el

Índice Niño Oceánico (ONI), pues es el principal indicador utilizado por NOAA en el seguimiento del ENSO. El mismo es definido como el promedio móvil de tres meses de las anomalías de temperatura en la superficie del mar del Pacífico tropical centro-oriental (región El Niño 3,4). De esta manera, el ONI se descargó a partir de la información habilitada por NOAA, con el proceso programado en el código *3_SSTNino34_data.ipynb* del repositorio *geet-metview*, consolidando así una base de datos de 870 registros de temperatura para el periodo enero 1950 a julio de 2022. En la FIGURA 3 se muestra la serie temporal de SST promedio mensual en la región El Niño 3,4 generada a partir del banco de datos.

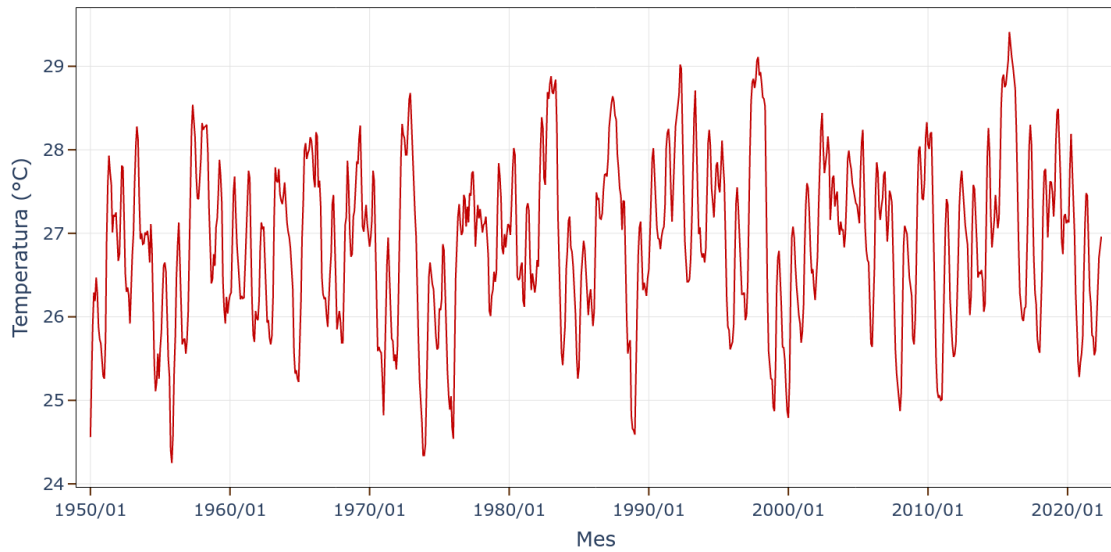


FIGURA 3. Temperatura promedio mensual en la superficie del mar en la región El Niño 3,4 para el periodo 1950/01 al 2022/06. Fuente: elaboración propia, 2023

2.2. Procesamiento de la información

El flujo diseñado para la recopilación y procesamiento de la información del SSEV es exhibido en la FIGURA 4. En la programación se dio prioridad a procesos automáticos, parametrizados, de bajo consumo de recursos computacionales escalables a otros parques

nacionales venezolanos. El objetivo fue que los aportes tecnológicos fueran auto-explicativos y fácilmente alojados en servidores locales o servicios en la nube. Por ende, en la medida de lo posible, se utilizaron *Jupyter Notebooks* (<https://jupyter.org/>) con la descripción de los pasos llevados a cabo.

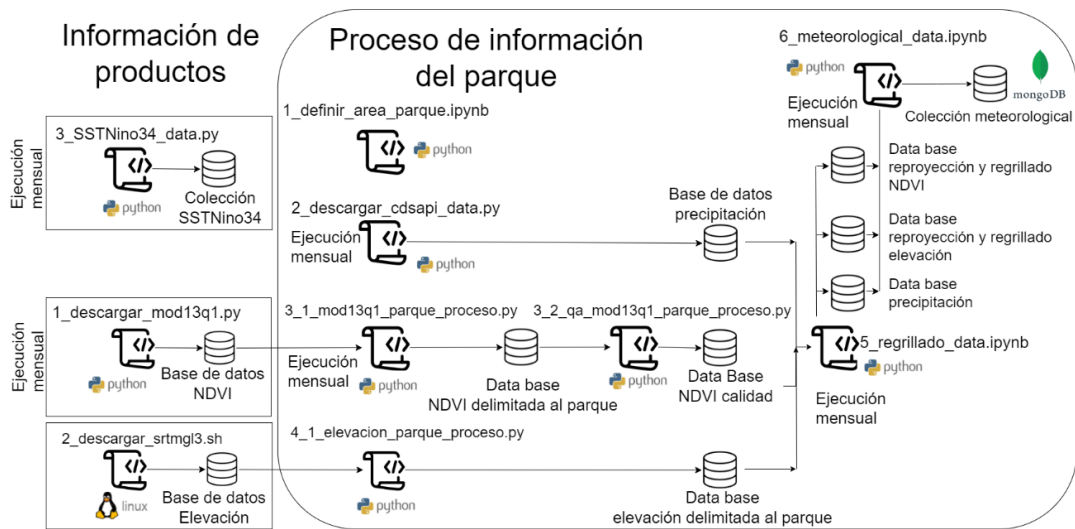


FIGURA 4. Flujo diseñado para la descarga y procesamiento de información del SSEV. Repositorio geet-metview. Fuente: elaboración propia, 2023

El mecanismo de recolección y tratamiento de la información fue implementado en los parques nacionales Cerro Saroche y Terepaima. A continuación, se describen los pasos llevados a cabo hasta alcanzar la consolidación de la base de datos *MongoDB* necesaria para el funcionamiento del SSEV:

- Descargar el polígono del parque nacional del producto *WCMC/WDPA/current/polygons* con el uso del código *1_definir_area_parque.ipynb* programado en *Python*.

- Utilizar como referencia a la grilla regular plana de cuadrícula $0,1^\circ \times 0,1^\circ$, correspondiente al producto *ERA5-Land*, en la creación de la grilla del parque, ya que es ampliamente aplicada en el estudio del clima y fenómenos meteorológicos. La grilla ajustada al parque estará constituida por las cuadrículas que intersecan con el polígono del parque. En la FIGURA 5 se presenta el área delimitada para el parque Cerro Saroche y Terepaima.

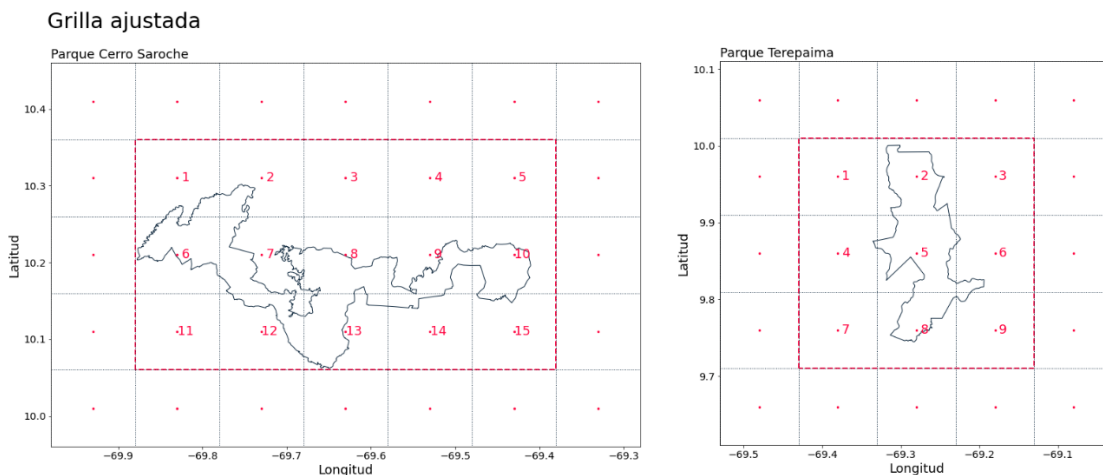


FIGURA 5. Grilla regular plana de cuadrícula $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ diseñada para los parques Cerro Saroche y Terepaima. Fuente: elaboración propia, 2023

- Descargar mensualmente la información de la precipitación total (producto *ERA5-Land* de *Copernicus*) vía *API REST* con el código *2_descargar_cdsapi_data.py* según la grilla o región delimitada para el parque. En la FIGURA 6 se muestra la precipitación total en milímetros para los parques Cerro Saroche y Terepaima en el mes de febrero del 2022.

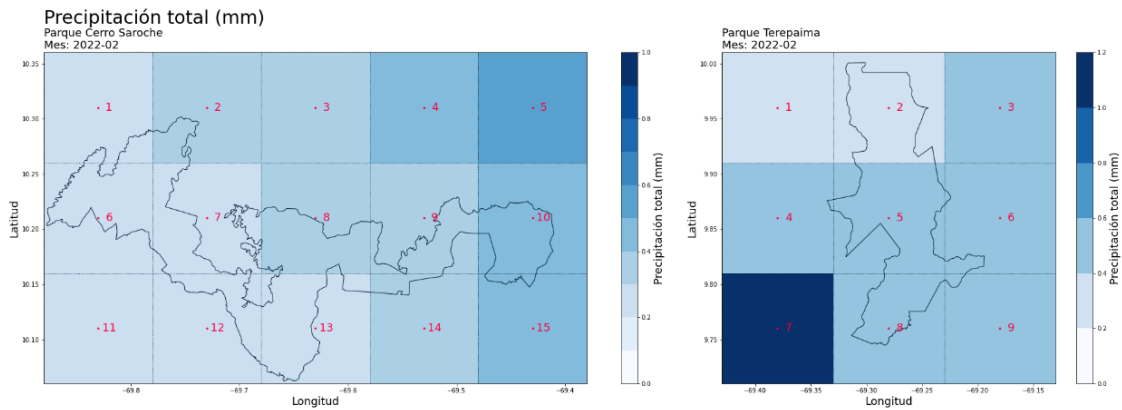


FIGURA 6. Precipitación total (mm) en los parques Cerro Saroche y Terepaima para el mes de febrero de 2022. Fuente: elaboración propia, 2023

- Utilizar los repositorios NASA *Earth Data* y USGS *Earth Explorer* en la búsqueda de los *datasets* fijados para la región en los productos `MOD13Q1-v006` (`1_descargar_mod13q1.py`) y `SRTMGL3-v003` (`2_descarga_srtmgl3.sh`), respectivamente.
- Llevar los datos del NDVI a la proyección del producto *ERA5-Land* y seleccionar la

información contenida en el polígono del parque filtrando según los criterios de calidad establecidos por la NASA (`3_1_mod13q1_parque_proceso.py` y `3_2_qa_mod13q1_parque_proceso.py`). En la FIGURA 7 se muestran los valores alcanzados para el parque Cerro Saroche y Terepaima para febrero del 2022.

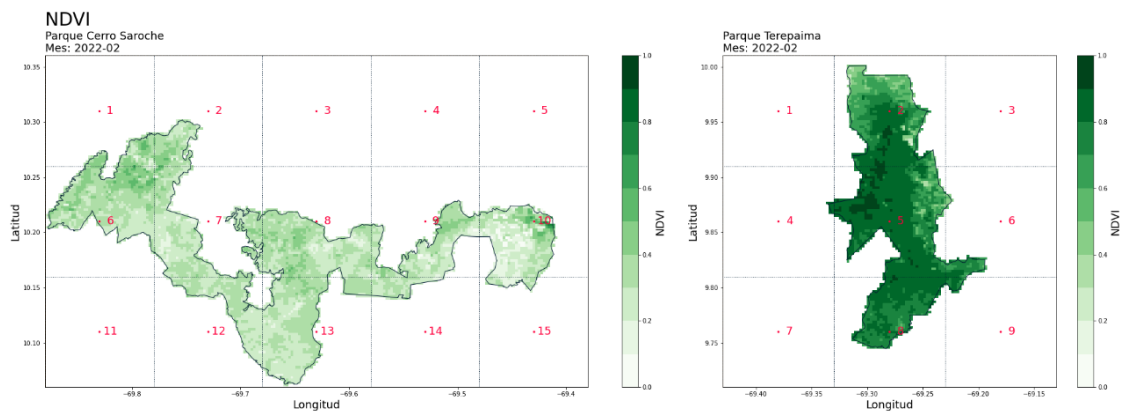


FIGURA 7. Ajuste del NDVI a la grilla de los parques Cerro Saroche y Terepaima para febrero de 2022. Fuente: elaboración propia, 2023

- Llevar a la proyección del producto *ERA5-Land* los datos de la elevación y seleccionar la información contenida en la grilla del parque o región de estudio

(`4_1_elevacion_parque_proceso.py`). En la FIGURA 8 se exhiben los valores de elevación en metros para las regiones delimitadas en el parque Cerro Saroche y Terepaima.

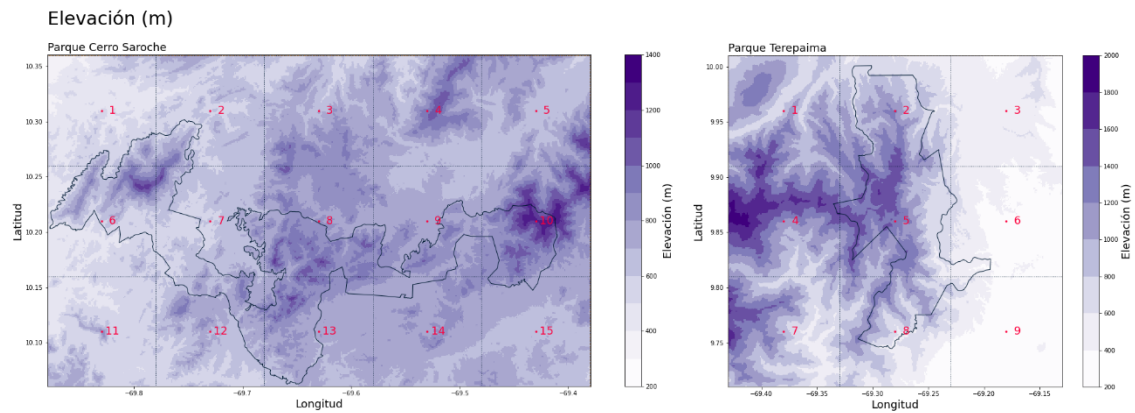


FIGURA 8. Elevación (m) ajustada a la grilla de los parques Cerro Saroche y Terepaima. Fuente: elaboración propia, 2023

- Realizar un regrillado para los datos de la elevación seleccionando el valor promedio por cuadrícula (*5_regrillado_data.ipynb*). En

la FIGURA 9 se muestra el regrillado para los datos del Cerro Saroche y Terepaima.

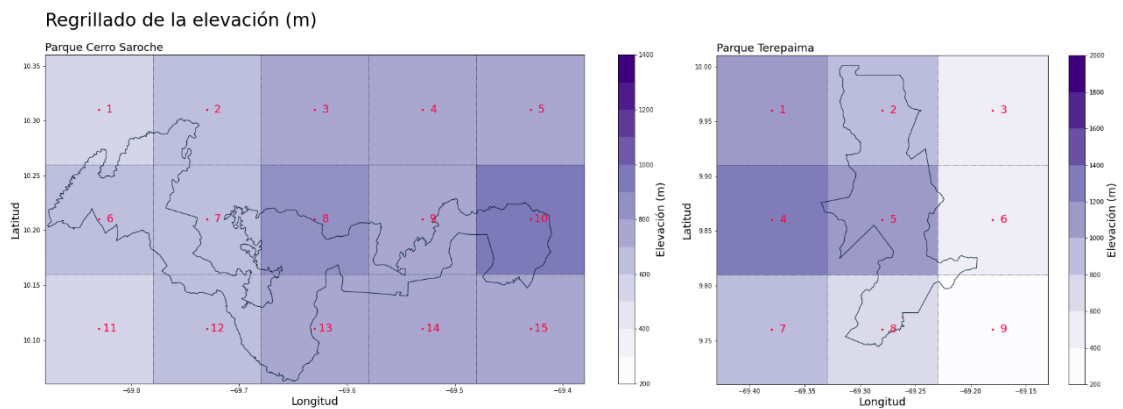


FIGURA 9. Grilla regular plana de cuadrícula $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ para la elevación (metros) de los parques Cerro Saroche y Terepaima. Fuente: elaboración propia, 2023

- Realizar un regrillado para el NDVI seleccionando el promedio de los valores contenidos en la intersección de la cuadrícula con el polígono del parque (*5_regrillado_data.ipynb*). En la investigación se ha seleccionado a la media para el proceso de rebrillado fundamentado en el modelo de datos utilizado por Wu *et al.* (2019). En la FIGURA 10 se muestran los resultados para el parque Cerro Aroche y Terepaima para el mes de febrero de 2022.
- Recopilar la información procesada para luego insertarla en la base de datos MongoDB (*6_meteorological_data.ipynb*).

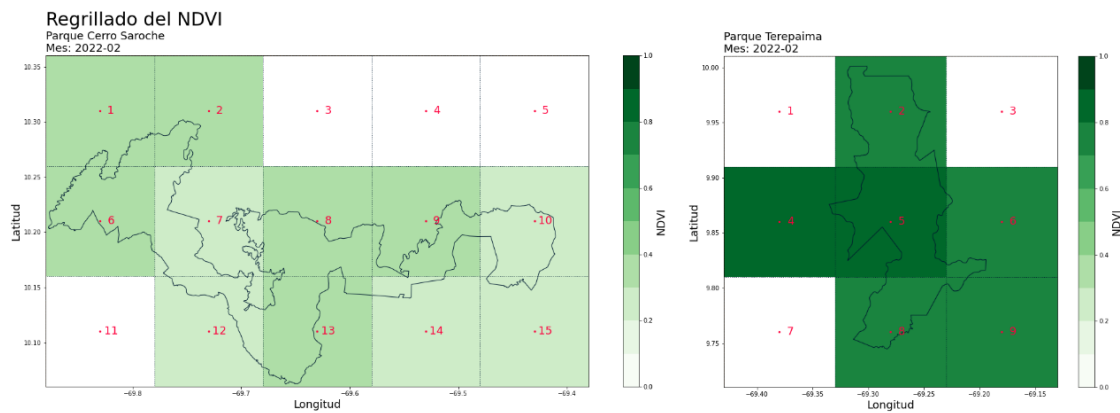


FIGURA 10. Grilla regular plana de cuadrícula $0,1^{\circ} \times 0,1^{\circ}$ para el NDVI (febrero, 2022) de los parques Cerro Saroche y Terepaima. Fuente: elaboración propia, 2023

El flujo propuesto para el procesamiento de la información es escalable a los distintos parques nacionales venezolanos según la disponibilidad de la información. El mecanismo de recolección y tratamiento de la información expuesto busca minimizar el consumo de recursos computacionales para evitar alzas económicas en los servicios en la nube.

3. Resultados

3.1. El Sistema para el Seguimiento de Ecosistemas Venezolanos (SSEV)

La aplicación *web* fue concebida bajo la percepción de producto mínimo viable (MVP) y, por tanto, se centraron esfuerzos en crear un producto que, desde su versión mínima, cumpla con las características básicas de funcionalidad, habilidad, usabilidad y diseño que hagan viable la inclusión progresiva de mejoras o actualizaciones en función de la retroalimentación con el cliente o público objetivo. Esta visión hizo posible la creación de una aplicación flexible para la incorporación paulatina, en cada paso de actualización del ciclo de vida del producto analítico, de nuevas variables climáticas.

En vista de la oportunidad de mejora y el papel protagónico del ENSO, el SSEV cuenta con la serie temporal de la temperatura promedio en la superficie del mar, región El Niño 3,4, para

estimar al Índice Niño Oceánico (ONI) y utilizarlo como indicador en la identificación de eventos El Niño, Neutro o La Niña.

A modo general, el SSEV facilita el ajuste de una grilla regular plana, de cuadrícula $0,1^{\circ} \times 0,1^{\circ}$, al parque o zona de interés siempre que esté disponible en el producto *WCMC/WDPA/current/polygons* dando la posibilidad de incluir una gran variedad de zonas protegidas de Venezuela o de otro país de ser preciso. El mecanismo diseñado consiste en descargar la información de la precipitación total, NDVI y elevación, según la región delimitada, seleccionando los datos con los niveles de calidad óptimos para su reproyección y regrillado. La data tratada es almacenada en un sistema de base de datos *NoSQL* orientado a documentos de código abierto *MongoDB* que avala alta velocidad en el flujo de información. La información histórica es consolidada en una base de datos robusta que suministra a la aplicación *web* la data relevante para la construcción de paneles de visualización dinámicos en el estudio temporal de la SST, el ONI y las anomalías SST, así como para el seguimiento del NDVI y la precipitación total desde una perspectiva temporal y espacio-temporal. Todos los gráficos y paneles de visualización que integran la página *web* del SSEV dan la posibilidad al usuario de

descargar imágenes creadas a medida a través del uso de filtros y la navegación interactiva.

La aplicación *web* del SSEV está disponible en <https://ms-ds-ssev.herokuapp.com/> y fue desarrollada con *Python* y la librería *Dash*. En la etapa de diseño se realizó un estudio profundo de los servicios en la nube evaluando costos y beneficios. Dado el alcance de la investigación, se adquirieron los servicios de un ambiente de pruebas en la plataforma *Heroku*, el cual tiene un costo en función de la demanda. Una de las principales ventajas de utilizar *Heroku* es la realización de *deploys* (lanzamientos) de aplicaciones *web* creadas con imágenes *Docker*.

Esta tecnología encapsula todo lo necesario para la ejecución del *software* incluyendo las librerías y complementos.

Como se puede notar en la FIGURA 11, la aplicación programada dispone de una conexión con *MongoDB*, específicamente, con las colecciones *SSTNino34* y *meteorological*. Los desarrollos son programados en la rama *Dev* del repositorio *seev-dash* y finalizadas las pruebas de ejecución los cambios son llevados a la rama *Master*. Es importante señalar que para el despliegue es suficiente enlazar la rama *Master* con *Heroku* el cual ejecutará una versión de la aplicación automáticamente.

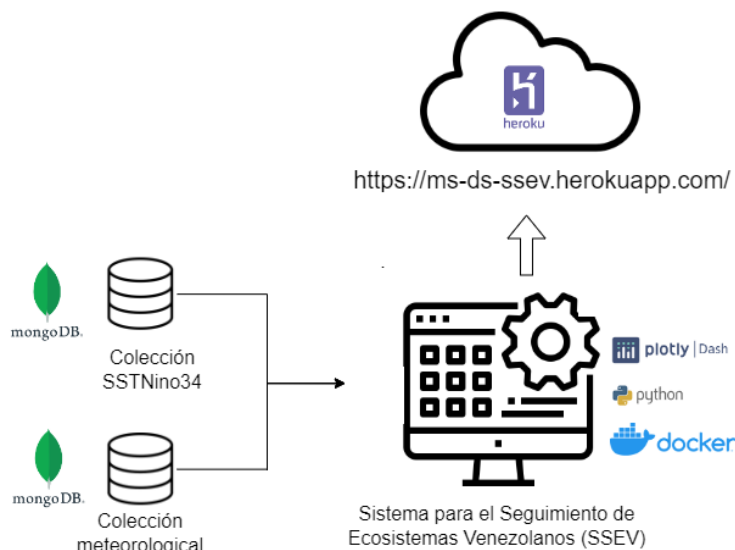



FIGURA 11. Diagrama de la aplicación *web* del SSEV. Fuente: elaboración propia, 2023

El diseño de la aplicación *web* del SSEV (FIGURA 12) está constituido por cinco áreas que integran el logo del proyecto, el encabezado, la información general de sensores remotos y dispositivos de teledetección, pie de página y el contenido. Por ejemplo, la sección El Niño-Oscilación del Sur despliega los resultados alcanzados tras el tratamiento de la información y el estudio predictivo del ONI, mientras que en la sección Seguimiento de Parques (FIGURA 13) el usuario puede seleccionar el área protegida de interés y


visualizar la localización geográfica en un gráfico interactivo que admite encontrar zonas aledañas y generar acercamientos estratégicos. Igualmente, se abordan las características de los parques nacionales habilitados resaltando el tipo de vegetación, fauna y relieve. Además, se muestra un análisis espacial y temporal para la precipitación total y NDVI sustentado en los desarrollos de los parques Cerro Saroche y Terepaima.



SSEV
Sistema para el Seguimiento de Ecosistemas Venezolanos

Contenido:

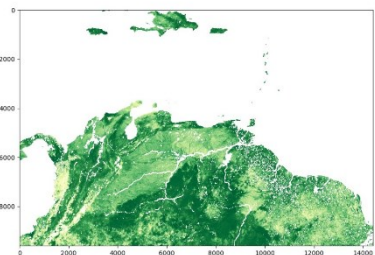
- 1.- Inicio
- 2.- El Niño-Oscilación del Sur
- 3.- Seguimiento de Parques




Encabezado

El Sistema para el Seguimiento de Ecosistemas Venezolanos (SSEV)

El SSEV es un proyecto de investigación destinado al seguimiento y monitoreo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) de los parques nacionales venezolanos. Un índice de vegetación puede ser definido como un parámetro calculado a partir de los valores de la reflectancia a distintas longitudes de onda, y que es particularmente sensible a la cubierta vegetal. Estos pueden ser usados para determinar la evolución en el tiempo de la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación en las áreas protegidas.



Información



Universidad Simón Bolívar

Creadores:

Autor: [Javier Martínez](#)

Tutor: [Isabel Llatas](#)

Repositorios:

[geet-metview](#)

[seev-analytics](#)

[seev-dash](#)

Enlaces de interés:


[Dash](#)


[NOAA](#)

[Copernicus](#)

Pie de página

FIGURA 12. Página de inicio del SSEV (<https://ms-ds-ssev.herokuapp.com/>) imagen tomada el 09-02-2023. Fuente: elaboración propia, 2023





Seguimiento de parques

El SSEV es una herramienta diseñada para el seguimiento de la capa vegetal de los parques nacionales venezolanos a través del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI). Con este objeto se emiten todos los recursos para predecir la variación espacio-temporal del NDVI (considerado como variable exógena a la precipitación total).

Seleccione el parque de interés:

Cerro Saroché

Contenido:

- 1. Inicio
- 2. El Niño-Oscilación del Sur
- 3. Seguimiento de Parques

Parque Cerro Saroché

El Parque Nacional Cerro Saroché dispone de más de 32 mil hectáreas y se encuentra ubicado entre los municipios Iribarren, Torres y Jiménez de Estado Lara. Desde el punto de vista geográfico, el parque es una depresión rodeada por un sistema montañoso que funciona como una barrera natural para los vientos que suyen en direcciones diversas, lo que genera un clima árido predominante en el área. Las temperaturas oscilan entre 22 y 28 grados Celsius y la distribución de lluvias es irregular y aminorada.

La vegetación de Cerro Saroché corresponde con la de tipo *xerófito* (vegetación con vida en medio seco), donde predominan cardonales, espinas y matorrales. Se observan árboles de ojú, yuca, colapari, veva y guayacán. En cuanto a la fauna, es común la presencia del sapo, el zorro, el oso hormiguero, caraguayo y el gato montés. Las aves predominantes son el tucú, el parusita, el cardenalito, el perico cola roja y la guacharaca. También se pueden encontrar reptiles como la cascabel y la coral, además de lagartos como la guana y el mato.

La precipitación y NDVI

Seleccione un periodo para la visualización espacial:

1

2022

Mes

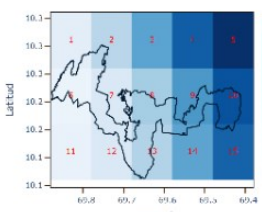
Año

Precipitación

NDVI

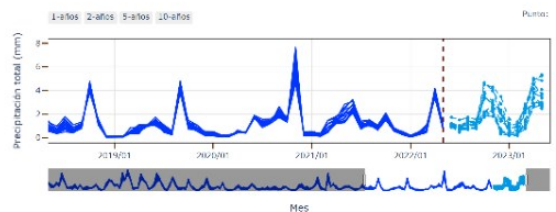
Elevación

Visión espacial de la precipitación total (milímetros)



Serie temporal de la precipitación total (milímetros)

1-años 2-años 5-años 10-años Punto: All



Creadores:

Autor: [Javier Martínez](#)

Autor: [Isabel Llatas](#)

Repositorios:

[geot-martinez](#)

[sdev-analisis](#)


[sdev-tesis](#)

Enlaces de interés:

[Dmh](#)

[BGMA](#)

[Copernicus](#)



Universidad Simón Bolívar

FIGURA 13. SSEV sección Seguimiento de Parques (<https://ms-ds-ssev.herokuapp.com/Park>) imagen tomada el 09-02-2023. Fuente: elaboración propia, 2023

4. Conclusiones

En este trabajo se presenta una aplicación *Web* de código abierto pensada para facilitar, a usuarios sin conocimientos previos, y a especialistas, la información necesaria para la elaboración de estudios profundos en el seguimiento de variables climáticas, índices de vegetación e índices macroclimáticos como el NDVI y el ONI, respectivamente, que pueden ser usados para hacer un seguimiento de la capa vegetal de zonas protegidas en Venezuela.

Los desarrollos que integran al SSEV (repositorios *geet-metview*, *seev-analytics* y *seev-dash*) son códigos autos-explicativos de libre acceso que otorgan a la comunidad científica la posibilidad de replicar fácilmente los procesos. En esta investigación se logró con éxito su implementación en los parques Cerro Saroche y Terepaima, pero vale destacar que es posible agregar nuevos parques nacionales o áreas protegidas a la aplicación insertando la data en la colección *meteorological*. Es decir, para sumar

nueva información a la plataforma no es necesario ejecutar un despliegue completo del SSEV, bastará insertar la nueva data a las colecciones *MongoDB* y, posterior a una actualización del *browser*, el usuario podrá visualizar los cambios.

Una de las limitantes que enfrenta la investigación científica venezolana es el ajustado presupuesto. Por ende, el SSEV está optimizado para ser ejecutado a totalidad en un ambiente de desarrollo local con conexión a internet, pero a su vez puede ser fácilmente llevado a servicios en la nube que cooperen en la instauración de una plataforma más automatizada. Si bien en la investigación se adquirieron los servicios de *Heroku* asumiendo un costo mensual, sujeto a uso, para realizar el despliegue en la *Web* de la aplicación en general no es necesario la contratación de servicios que causen un egreso económico en la réplica de los desarrollos tecnológicos creados.

5. Referencias citadas

- DIDAN, K.; BARRETO, A.; SOLANO, R. & A. HUETE. 2015. *MODIS vegetation index user's guide (MOD13 series)*. The University of Arizona. Disponible en: https://vip.arizona.edu/documents/MODIS/MODIS_VI_UsersGuide_June_2015_C6.pdf. [Consulta: abril, 2023]
- GARROUTTE, E.; HANSEN, A. & R. LAWRENCE. 2016. "Using NDVI and EVI to map spatiotemporal variation in the biomass and quality of forage for migratory Elk in the Greater Yellowstone Ecosystem". *Remote Sensing*, 8(5):404.
- HACHICHA, M.; LOUATI, M. & A. KALLEL. 2018. Forecasting of the normalized difference vegetation index time series in Jbeniana. *4th International Conference on Advanced Technologies for Signal and Image Processing (ATSIP)*, pp. 1-4. Sousse, Tunisia (21-24).
- HUANG, X.; XIE, B.; LONG, J.; CHEN, H.; ZHANG, H.; FAN, L.; CHEN, S.; CHEN, K. & WEI, Y. 2023. "Prediction of risk factors for scrub typhus from 2006 to 2019 based on random forest model in Guangzhou, China". *Trop Med Int Health*. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/tmi.13896>.
- MOHAMMAD, L.; BANDYOPADHYAY, J.; SK, R.; MONDAL, I.; NGUYEN, T.; LAMA, G. & D. ANH. 2023. "Estimation of agricultural burned affected area using NDVI and dNBR satellite-based empirical models". *Journal of Environmental Management*. 343(1): 118226. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118226>.

- NEPITA, M.; BERLANGA, C. & A. RUIZ. 2019. "Seasonal trend analysis (STA) of MODIS vegetation index time series for the mangrove canopy of the Teacapan-Agua Brava lagoon system". *GIScience and Remote Sensing*, 56(3): 338-361.
- NIETO, M. y A. CÁRDENAS. 2018. *Sistemas de información geográfica y teledetección: Aplicación en el análisis territorial*. Grupo de Investigación en Desarrollo Sostenible y Planificación Territorial de la Universidad de Extremadura. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=72166>. [Consulta: abril, 2023]
- ORMEÑO, S. 2006. *Teledetección Fundamental*. Universidad Politécnica de Madrid. Disponible en: <http://pdi.topografia.upm.es/santi/descarga/FunTeled.PDF>. [Consulta: abril, 2023].
- PAOLINI, J.; FELIPE, J.; SUREDA, B. y J. ROSALES. 2012. "Influencia del fenómeno El Niño-La Niña/Oscilación Sur (ENOS) y de la temperatura del Atlántico norte en los caudales del río Caura, Guayana Venezolana". *Revista de Climatología*, 12: 23-32.
- PONTOH, R. S.; TOHARUDIN, T.; RUCHJANA, B. N.; SIJABAT, N & M. D. PUSPITA. 2022. "Bandung rainfall forecast and its relationship with Niño 3.4 using nonlinear autoregressive exogenous neural network". *Atmosphere*, 13(2): 302.
- WU, T.; FENG, F.; LIN, Q. & H. BAI. 2019. "A spatio-temporal prediction of NDVI based on precipitation: an application for grazing management in the arid and semi-arid grasslands". *International Journal of Remote Sensing*, 41(6):2359-2373.

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Caracas, Venezuela; junio, 2023

Erosão na prainha da vila de Encantadas na Ilha do Mel, litoral do Paraná, Brasil

Erosión en la playa de la villa de Encantadas en la Ilha do Mel,
litoral de Paraná, Brasil

Erosion on the beach of Encantadas village on Ilha do Mel,
Paraná coast, Brazil

Lígia Carolina Alcântara Pinotti e Daniel Hauer Queiroz Telles

Universidade Federal do Paraná, Laboratório de Geografia e Gestão Costeira
Centro de estudos do Mar
Pontal do Paraná, Paraná, Brasil
pinotti@ufpr.br; danieltelles@ufpr.br

Pinotti: <https://orcid.org/0000-0003-0653-5981>

Telles: <https://orcid.org/0000-0002-0873-0484>

Resumo

A Vila de Encantadas na Ilha do Mel (VEIM) vem sofrendo uma situação de erosão de praia. O problema se constitui como decorrência da confluência de fenômenos físicos e antrópicos; trata-se de uma condição presente herdada do aumento da incidência e intensidade de variáveis físicas e humanas em períodos recentes. Cumulativamente, o déficit de estoque sedimentar tem resultado em perda de solo em direção ao interior da vila, causando danos como a perda de espaço de circulação, mobilidade e trânsito, bem com a deterioração em construções de função residencial e, principalmente, comercial. Os impactos sofridos têm mobilizado grupos sociais organizados participantes da comunidade local, e a partir de uma solicitação destes uma visita técnica acadêmica foi realizada, seguida de conversas e orientações aos interessados. Esta nota técnica apresenta o relato dessa experiência, visando subsidiar encaminhamentos técnicos posteriores acerca dos problemas identificados.

PALAVRAS-CHAVE: erosão costeira; impactos socioambientais; interdisciplinaridade; governança.

Resumen

La villa de Encantadas en la Ilha do Mel (VEIM) presenta una situación de erosión de la playa. El problema surge como resultado de la confluencia de fenómenos físicos y antrópicos; es una condición presente heredada de la mayor incidencia e intensidad de las variables físicas y humanas en períodos recientes. Acumulativamente, el déficit de stock sedimentario ha resultado en la pérdida de terreno hacia el interior de la villa, causando daños como la pérdida de circulación, movilidad y espacio de tránsito, así como el deterioro de edificios residenciales y, principalmente, comerciales. Los impactos sufridos han movilizado a grupos sociales organizados que participan en la comunidad local, y a partir de su solicitud se realizó una visita técnico-académica, seguida de conversatorios y orientaciones a los interesados. Se presenta un informe de esta experiencia, con el objetivo de apoyar futuras referencias técnicas sobre los problemas identificados.

PALABRAS CLAVE: erosión costera; impactos socioambientales; interdisciplinariedad; gobernanza.

Abstract

The village de Encantadas (VEIM) has been suffering from a situation of beach erosion. The problem is a result of the confluence of physical and anthropic phenomena; it is a present condition inherited from the increase in the incidence and intensity of physical and human variables in recent periods. Cumulatively, the sedimentary stock deficit has resulted in soil loss towards the interior of the village, causing damage such as the loss of circulation, mobility, and transit space, as well as the deterioration of residential and, mainly, commercial buildings. The impacts suffered have mobilized organized social groups from the local community, and based on their request, a technical visit was carried out followed by conversations and guidance. A report of this experience is presented, aiming to subsidize further technical referrals regarding the identified problems.

KEYWORDS: coastal erosion; socio-environmental impacts; interdisciplinarity; governance.

1. Introdução

De consolidação mais recente do Nova Brasília, no contexto turístico da Ilha do Mel, a vila de Encantadas possui área de 199.285 m² e histórico de formação original fortemente relacionado aos processos colonizadores do litoral Paranaense - povos originários e suas culturas, sendo suprimidos em ritmos variados ao longo do tempo, em detrimento dos novos modos de vida estrangeiros - sendo este o ponto de partida para que se possa compreender melhor seu estágio atual, bem como os problemas enfrentados pelos moradores (Esteves, 2002; Telles, 2008).

Por força do fenômeno da turistificação, a vila é atualmente um dos locais mais visitados na Ilha, por abrigar entre as suas belezas naturais a Gruta das Encantadas e praias adjacentes, local de atrativos significativos dentro do contexto do turismo, além da prainha onde se encontram os principais comércios do local; por ser a porta de entrada da vila, a prainha recebe um fluxo muito grande de pessoas em diversas épocas do ano (Telles, 2008). De forma mais intensa que os demais locais, a prainha de Encantadas vem sofrendo aparente degradação significativa da sua paisagem natural e de infraestrutura (Telles e Gândara, 2011) com a intensificação da ação das variações de marés, que têm resultado em erosões cada vez mais expressivas e impactantes.

A prainha, assim como a vila de Encantadas e demais praias da Ilha do Mel estão inseridas no contexto legal brasileiro de zona costeira, conforme estabelecido pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), (Lei 7661/1988), que em seu artigo 3º dispõe que *"o PNGC deverá prever o zoneamento de usos e atividades na Zona Costeira e dar prioridade à conservação e proteção, entre outros"*.

Desde o PNGC, mecanismos de planejamento e gestão integrados, no âmbito das políticas públicas, ou seja, de caráter permanente, têm se mostrado exigências necessárias para os territórios da costa brasileira. Para que isso aconteça, se mostra indispensável que o conhecimento científico esteja alinhado com agendas sobre as realidades locais, de modo a potencializar o papel das instituições na promoção de decisões transparentes e responsáveis ao desenvolvimento territorial

litorâneo. Alcançar uma boa governança consiste em equilibrar esforços técnico-científicos, participação e vigilância social ao papel do Estado (em suas diferentes esferas de atuação).

O presente documento é uma síntese de atividades acadêmicas realizadas junto a alunos de graduação e professores da Universidade Federal do Paraná (UFPR), elaborado para atender à demanda de organizações comunitárias da vila de Encantadas, Iha do Mel. Estas podem ser reconhecidas a partir de suas organizações associativistas no território (Telles e Gândara, 2012). Foram consideradas fontes de informação, as experiências em pesquisas no local e região de estudo, revisão sistemática de literatura, observações de campo, debates em sala de aula e conversas com moradores, lideranças e comerciantes locais. Consiste, portanto, em uma ação de retorno à solicitação formalizada pelas associações, que foram realizadas dentro das atribuições da Universidade, através de atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão de função estritamente acadêmica, em prestar considerações dessa natureza acerca do objeto.

2. Área de estudo

A Ilha do Mel está localizada na região de transição entre o complexo estuarino de Paranaguá e o oceano Atlântico, com sua porção sul bastante próxima do canal de acesso ao Porto de Paranaguá (canal da Galheta). A vila de Encantadas (VEIM) está localizada na porção sul da Ilha do Mel, na região aproximada das coordenadas 25°34'10"S e 48°18'50"O (WGS-84), situando-se a 15 milhas da cidade de Paranaguá, e tendo seu ponto mais próximo do continente a 2,5 milhas de Pontal do Sul, no município de Pontal do Paraná, litoral do estado do Paraná, Brasil [Instituto Ambiental do Paraná (IAP), 2004]. Está situada no sul da Ilha do Mel (FIGURA 1) e possui sua ocupação, a partir da linha de praia (Prainha) voltada para o continente, orientada a leste até o limite do perímetro do Parque Estadual da Ilha do Mel (PEIM).

A prainha de Encantadas, se constitui no arco praiado adjacente à vila de Encantadas, tendo como limite norte a base do morro do Miguel, ou Bento Alves, e ao sul, os morros do Caraguatá e o Morro

do Encantado, sendo o local onde se encontra a estrutura do trapiche de acesso à VEIM.

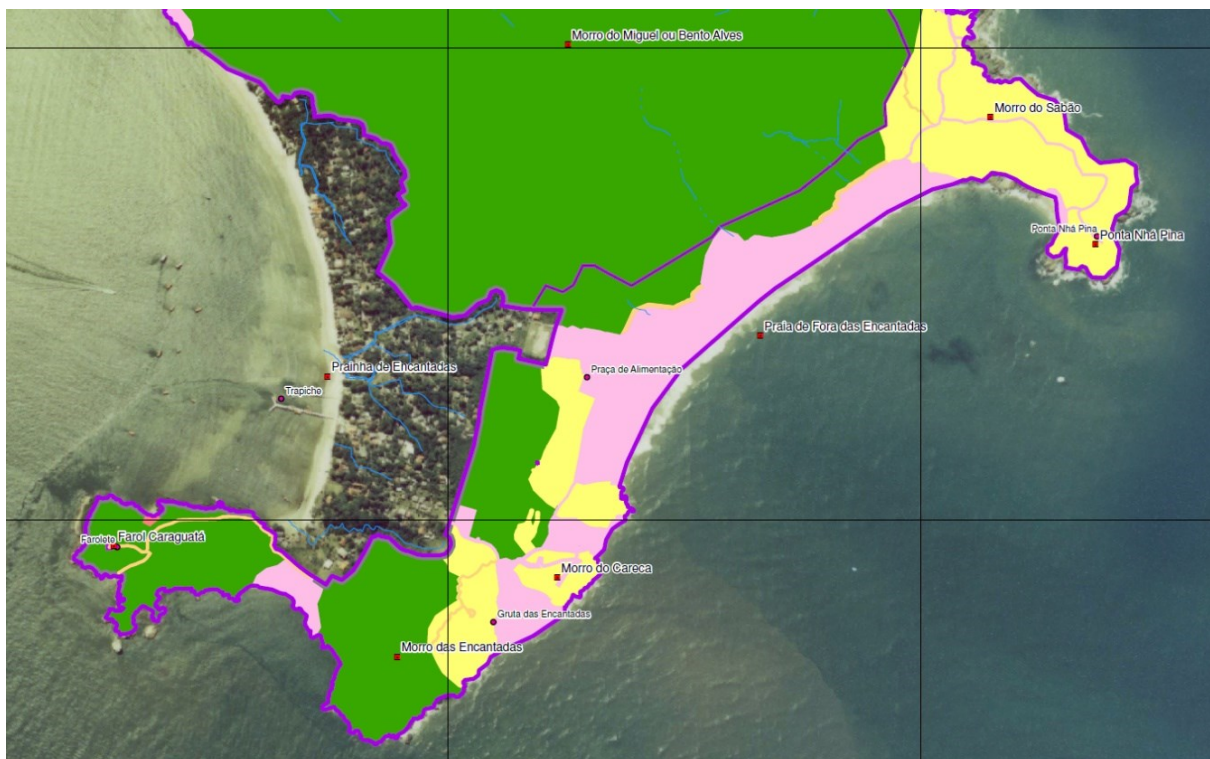


FIGURA 1. Recorte do Mapa do Zoneamento do Parque Estadual da Ilha do Mel com seus limites e regiões limítrofes à Vila de Encantadas, delimitado pela linha de contorno de coloração magenta. Fonte: adaptado de IAP (2011)

3. Procedimentos metodológicos

3.1 Variáveis do problema

A compreensão do problema socioambiental decorrente do processo erosivo na praia estuarina da VEIM se dá através da abordagem de reconhecimento acerca dos aspectos que influenciam tal processo erosivo. Diante de seu estágio avançado e intensificado, apresentar direcionamentos que possam ser úteis para a tomada de decisões de âmbito técnico no solucionamento do problema, bem como do melhor equacionamento de suas causalidades e ações de monitoramento que atendam aos princípios de precaução, sobretudo aos riscos de desastres associados à vida, aos ecossistemas, ao patrimônio público e privado.

A variação da linha da costa é um processo natural, permanente e dinâmico. Acontece ao longo da escala de tempo geológico, podendo ser intensificada por ações antrópicas, tal qual é notável atualmente. Trata-se de uma situação meritória de acompanhamento e interesse público, por deparar-se com aspectos de riscos ou danos às pessoas e ao patrimônio público ou privado, especialmente em situações em que a ocupação desordenada das orlas ou região costeira se consolida, podendo chegar à deterioração da paisagem e da qualidade ambiental de uso público, acarretando a inviabilização das atividades econômicas ali existentes e processos de precarização socioambiental, o que resulta em novos e mais complexos problemas estruturais.

Em decorrência das dificuldades e prejuízos que a comunidade da Ilha vem sofrendo com o processo instalado e em curso, há pelo menos duas décadas, direciona-se preliminarmente: as questões e impactos relacionados à erosão são recorrentes nas zonas costeiras, elevando à importância de estudos sobre o risco e vulnerabilidade dessas áreas. Medidas de prevenção, manutenção, mitigação e/ou compensação são exigidas a entrarem em pauta permanente em locais que apresentam problemas socioambientais decorrentes de situações erosivas. O conhecimento científico disponível sobre este fenômeno vem sendo desenvolvido em diferentes realidades em diferentes países no mundo, com diversificação de efetividade na incorporação de políticas de gestão de territórios costeiros, em sua diversidade de assuntos, instrumentos e estratégias.

O processo erosivo apresenta situação avançada na prainha de Encantadas e distribui-se por toda a sua extensão, tendo maior expressividade na parte central-norte do arco-praial. Este processo consiste na perda acentuada de sedimentos da praia sem equivalente reposição, entretanto não se constituindo em uma relação causa-efeito

simplificada: são diversos os fatores atuantes (diretos, indiretos, sinérgicos e cumulativos), em escalas e níveis de impacto variados, que resultam na compreensão do fenômeno em curso. Propõe-se que uma análise sobre o assunto requer a obtenção e sistematização de dados e informações. Partindo de uma abordagem amparada no corpo de conhecimento das geociências e socioambiental, identificam-se alguns dos principais fatores atrelados ao processo erosivo em questão. A seguir, outras áreas do conhecimento se veem necessárias na concepção de abordagem entre conhecimento e gestão.

Como exercício metodológico, a fim de apreender as diferentes variáveis envolvidas no problema da erosão na prainha de Encantadas, uma listagem dos temas que, de alguma maneira estão envolvidos, foi elaborada pelo modelo conceitual preliminar de tratamento ao objeto central desta nota (FIGURA 2). A relação entre essas variáveis se esboçou para dirigir demandas de análise integradas, e suas importâncias no âmbito da busca por encaminhamentos aos diferentes grupos de atribuição e interesse.

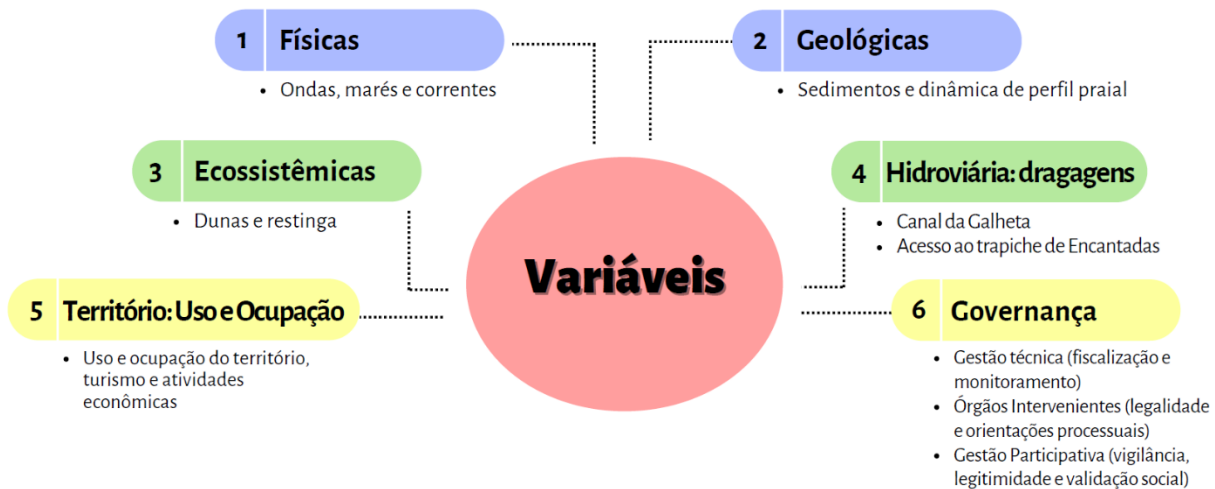


FIGURA 2. Modelo conceitual das variáveis envolvidas no processo erosivo da prainha de Encantadas. Fonte: elaborado pelos autores.

3.1.1 Variáveis físicas: ondas, marés e correntes

Por situar-se entre duas desembocaduras estuarinas e por possuir constituição predominantemente arenosa, a Ilha do Mel é fortemente suscetível a processos erosivo-deposicionais relacionados tanto a ondas como a marés, caracterizando uma predisposição à morfodinâmica complexa e instável (Giannini *et al.*, 2004).

A prainha de Encantadas está localizada na porção sudoeste da Ilha do Mel, sendo local adjacente à desembocadura sul do estuário com arco praiado posicionado em frente ao início do setor bravo do canal da Galheta, sendo este um dos principais canais de conexão do complexo estuarino de Paranaguá (CEP). Está classificada no Plano Diretor como uma praia do tipo II, por estar localizada entre dois morros, apresentando escasso transporte longitudinal e aparente estabilidade (IAP, 2004).

No Plano de Manejo da Estação Ecológica da Ilha do Mel (IAP, 2011), é classificada como Praia Estuarina do tipo Planície Lagunar; a planície costeira subatual está situada no lado estuarino, e que apesar de ser um ambiente de menor energia de ondas, ainda assim tem apresentado comportamento diferente do esperado em termos de dinâmica formação-erosão.

Embora no litoral do Paraná ocorra o predomínio de ondas do quadrante S-SE gerando deriva litorânea orientada para o norte (Angulo *et al.*, 2004), a orientação oeste da face da linha de costa da prainha e seu semiconfinamento delineado pela geomorfologia do arco praiado confere à esta características de costa estuarina de desembocadura, estando assim menos sujeita aos

efeitos de correntes de deriva litorânea, e mais sujeita aos efeitos de ondas e marés, ocorrendo extensos deltas de maré vazante apesar do regime de micro marés (amplitude das marés de sizígia inferior a 2 m) característico da região (Angulo *et al.*, 2004).

Praias estuarinas são, geralmente, classificadas como de baixa energia devido à predominância de baixas alturas e curtos períodos de onda, que favorecem ângulos relativamente grandes de aproximação das ondas em decorrência da refração limitada, face de praia estreita e berma estreita ou inexistente, distintas orientações e configurações de linha de costa, trocas limitadas de sedimentos entre os segmentos de praia (face de praia e antepraia). Outro critério para caracterizar praias de baixa energia, corresponde às características morfológicas herdadas de eventos de tempestade, que tendem a persistir, devido ao limitado retrabalhamento dos sedimentos ocasionados pelas ondas em tempo bom (Oliveira Filho *et al.*, 2021).

3.1.2 Variáveis geológicas: sedimentos e dinâmica do perfil praiado

A linha de costa da prainha é predominantemente composta por sedimentos arenosos de granulometria média a muito finas, quartzosas e bem selecionadas, em relevo plano a suave ondulado ou em áreas de depressões, com frequente formação de piçarra (horizonte espódico) ao adentrar em direção ao povoamento da vila (IAP, 2011). Imagens históricas -fotografias de acervo e de satélites disponíveis no Google Earth- auxiliam na visualização da perda de sedimentos e redução da faixa de areia na prainha de Encantadas (FIGURA 3).

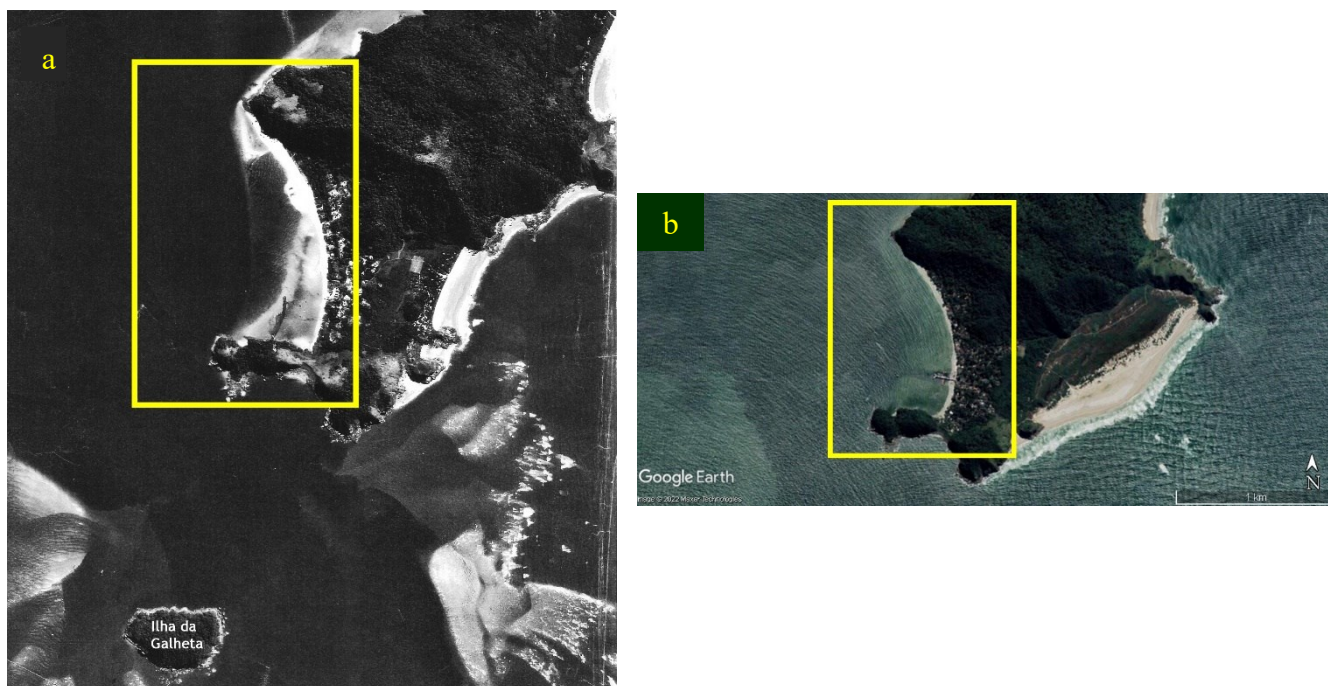


FIGURA 3. Imagens históricas, sendo (a) fotografia aérea evidenciando a prainha da vila de Encantadas bem como a Ilha da Galheta e a região de entrada do canal da Galheta, registrada em 30/06/1980 (lua em fase cheia; maré de sizígia) na escala 1:25.000; e (b) imagem de satélite registrada em 17/07/2021 (lua em fase crescente; maré de quadratura) na altitude do ponto de visão de 3,8 km. Fontes: ITCG (1980); Google Earth (2022)

Levantamentos topográficos bidimensionais transversais à costa foram realizados por Oliveira Filho e colaboradores (2021) entre fevereiro de 2017 e março de 2019, antes, durante e após a dragagem de aprofundamento do canal da Galheta, em 2 pontos de monitoramento na prainha. Apesar de terem sido encontrado valores de declividade suave, o conjunto de dados indicou que se trata de uma praia refletiva: caracterizada por se estabelecerem em regiões protegidas, com certa declividade e granulometria de sedimentos mais grossa, com incidência de ondas sobre a face da praia, com os pontos de monitoramento apresentando características dos estados modais Terraço de Baixa-mar e Banco e Calha Longitudinal.

Ainda neste mesmo estudo, os autores observaram que, no geral, a prainha apresentou variações morfológicas e volumétricas que parecem ocorrer de forma cíclica, sem erosão continuada, guardando apenas a diferença de que ocorre

comportamento inverso/antagônico entre o padrão cíclico de erosão e acreção dos pontos monitorados (variação sazonal do estoque máximo de sedimentos, indicando que há variações na hidrodinâmica das ondas incidentes).

Contudo, há registro anterior de detecção de ocorrência de erosão na prainha desde o início da década de 1990, conforme o trabalho de Paranhos Filho (1996), com base em dados coletados entre o verão de 1991 e o inverno de 1992, utilizando 4 pontos de monitoramento.

3.1.3 Variável ambiental ecossistêmica

A vegetação original natural das praias da Vila é predominantemente composta pelas chamadas Formações Pioneiras com Influência Marinha: vegetação dos costões rochosos, das praias e dunas frontais composta por restinga herbáceo-arbustiva, e das zonas de cordões e intercordões e planícies interiorizadas por restinga arbórea. Caracterizada

pela sua função ecológica de fixação de ambientes arenosos instáveis como costas e dunas frontais, é afetada apenas pelo desgaste causado pelas atividades de lazer em decorrência da falta de informação dos veranistas, mesmo apesar de se tratar de ambientes protegidos por lei (Código Florestal), (IAP, 2004).

Na comparação entre as imagens nas figuras 3(a) e (b), observam-se evidências visuais do adensamento das construções na vila de Encantadas ao longo do tempo, da ocorrência efetiva da supressão quase que total das dunas e restingas na praia da porção oeste da vila, que corresponde à prainha de Encantadas, bem como a formação de novas dunas vegetadas na maior praia da porção leste, que corresponde à praia do Mar de Fora.

A supressão do ecossistema restinga e a instalação de estruturas rígidas na linha de costa provocam danos à fauna e flora deste espaço geográfico, alterando a dinâmica de balanço sedimentar da praia ao amplificar a energia das marés e ressacas do mar -que não tendo ambiente favorável para sua dissipação, danifica as referidas construções e intensifica a retirada de sedimentos da linha de costa. Tal processo acaba por inviabilizar as atividades econômicas situadas no local, igualmente prejudicando a rotina dos moradores locais.

3.1.4 Variável hidroviária e dragagem

3.1.4.1 Canal da Galheta

Após a finalização das obras de abertura, em 1975, o canal da Galheta apresentou intenso processo de assoreamento em diversos pontos: suas feições morfológicas demonstram influência significativa da deriva longitudinal litorânea S-N no processo de preenchimento do canal navegável, com os sedimentos deslocados pela deriva longitudinal litorânea sendo barrados pela desembocadura. Assim, o canal dragado funciona como 'armadilha' para os sedimentos que são deslocados ao longo da costa pela deriva litorânea; os sedimentos na área da desembocadura Sul variam entre areias finas a médias sendo moderadamente a bem selecionadas (Lamour *et al.*, 2003).

Em meados da década de 1970 ocorreu uma fase de retirada de grandes volumes de dragagem no canal, com parte do material dragado sendo despejado no banco da Galheta Leste (FIGURA 4). Desde o decreto nº 87.566/1982, a legislação brasileira já prevê que para a realização de operações dragagens, há a obrigatoriedade de se adotar todas as medidas possíveis para impedir a contaminação do mar pelo alijamento de resíduos e outras substâncias que possam gerar perigos para a saúde humana, prejudicar os recursos biológicos e a vida marinha, bem como danificar as condições ou interferir em outras aplicações legítimas do mar. Complementarmente, em 2012, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) publicou a resolução nº 454, na qual estabelecem-se as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional.

Desde os anos 1980 até o presente, há uma lacuna de informações de acesso público disponíveis acerca das operações de dragagens que tenham sido realizadas pela Administração dos portos de Paranaguá e Antonina (APPA), tais como EIA/RIM As e Relatórios Técnicos das operações executadas. Sabe-se que no ano de 2008 o processo licitatório de contratação do serviço de dragagem iniciado em 2007 foi suspenso por meio de uma Ação Civil Pública, por motivo de risco de danos ao erário, dano ambiental e à segurança da navegação (MPPR, 2008).

Para fins de dimensionamento da influência do assoreamento do canal no problema em análise, conforme a matéria jornalística *Canal da Galheta, em Paranaguá, passa por obras de dragagem* (Casavel TV Educativa, 2017) relata, em março daquele ano foi realizada operação de dragagem devidamente licenciada, com a retirada de pelo menos 700.000 metros cúbicos de sedimentos da chamada área Alfa, correspondente à porção de entrada do canal, tendo sido a primeira das três áreas que foram dragadas na ocasião, totalizando cerca de 14,2 milhões de metros cúbicos de areia removidos pela operação.

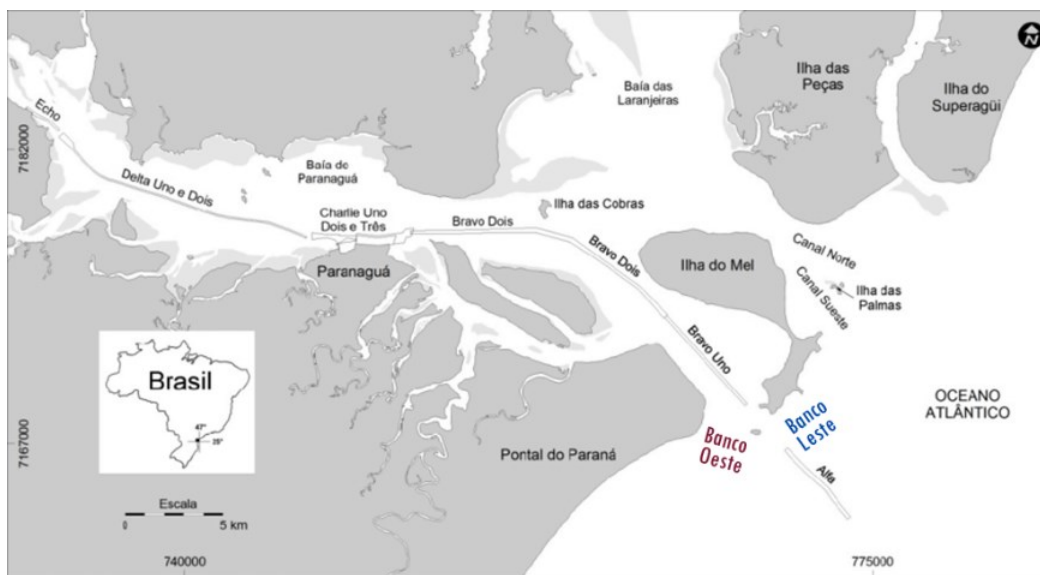


FIGURA 4. Canal da Galheta, destacando-se as regiões originais aproximadas dos bancos da Galheta leste e oeste. Fonte: adaptado de Soares e Lamour (2008)

3.1.4.2 Canal de acesso do trapiche

Há uma lacuna de informações acerca do histórico de atividades de manutenção do canal de acesso ao trapiche de encantadas: de acordo com o relatado por moradores na ocasião da visita técnica, as associações da VEIM não têm acesso aos dados técnicos das operações de dragagem já realizadas, bem como sobre o projeto civil do novo trapiche e suas especificações acerca do canal de acesso.

Conforme vídeo datado do mês de abril de 2021 disponível *online*, consta que foi realizada operação de dragagem naquele referido mês, pela referida empresa; consta que houve monitoramento e acompanhamento batimétrico 24h durante toda a operação, para atingir a profundidade de 4 metros com recalque de 1.500 metros, com remoção de 28.600 metros cúbicos de sedimentos do canal de acesso ao trapiche de Encantadas (SK Engenharia, 2021).

3.1.5 Variável de território: uso e ocupação

A vila de Encantadas, na região próxima à prainha, é a zona de ocupação da Ilha do Mel que apresenta o maior número de irregularidades em relação às construções dos empreendimentos e moradias da vila: a prática de subdivisão do lote, construções

irregulares e a ocupação de áreas proibidas são os maiores problemas encontrados (Esteves, 2002; IAP, 2004).

No processo de ocupação da vila, principalmente a partir das décadas de 1980 e 1990, período em que o processo foi intensificado pelo *boom* do turismo, empreendimentos imobiliários foram construídos sem o devido conhecimento de fatores físicos e ambientais -com o avanço da linha de costa e total supressão da vegetação da restinga- tornando-se um problema da prainha na atualidade (FIGURA 5).

3.1.6 Variável de governança: políticas públicas

A Ilha do Mel faz parte do território do município de Paranaguá, mas devido suas características naturais e históricas e, em decorrência da legislação brasileira, a responsabilidade pelo seu gerenciamento está compartilhada pelas três instâncias governamentais, representadas principalmente pela Secretaria do Patrimônio da União (SPU), o Instituto Água e Terra (IAT – antigo IAP, Instituto Ambiental do Paraná), subordinado à Secretaria do Desenvolvimento Sustentável e do

Turismo do Paraná (SEDEST) e Prefeitura Municipal de Paranaguá (PMP).

Apesar de constarem disponíveis no site do IAT (2022) páginas específicas para cada um dos planos de manejo mais recentes das duas UCs, para ambas as páginas, quando do desenvolvimento das atividades de pesquisa do presente trabalho, os links disponibilizados retornavam apenas o Plano de Manejo da Estação Ecológica, datado de 2013, não estando disponível o documento completo do Plano de Manejo específico do PEIM -que no contexto deste estudo, consistiriam em ferramenta complementar de análise e orientação. Tal documento apresenta relevante importância para compreensão dos ambientes do local em estudo, pois reúne um conjunto de atividades através das quais as UCs poderão cumprir seu objetivo, ou seja, proteger os importantes ecossistemas que abrigam estabelecendo diretrizes básicas para o manejo das UCs, sendo reavaliado constantemente de modo a manter-se sempre ajustado às mudanças que ocorrem na realidade. Tais diretrizes não se restringe apenas à área da unidade, mas avança para a vizinhança, prevendo parcerias com prefeituras, organizações da sociedade civil, moradores e empresas, tendo em vista a proteção ambiental das áreas naturais protegidas.

A Lei Ordinária nº 20.244, de 17/06/2020, que fez mudanças no zoneamento da Ilha do Mel alterando diversos itens da Lei Ordinária nº 16.037/2009, prevê no seu artigo 1º a retomada da criação da Unidade de Administração da Ilha do Mel – UNADIM (conforme prevista no Plano Diretor de 2004), sem personalidade jurídica, cuja organização administrativa terá caráter interfederativo entre o Estado e o Município de Paranaguá, para o exercício das competências atribuídas pela referida Lei. A UNADIM deverá seguir as disposições contidas no Plano de Controle Ambiental, Uso e Ocupação do Solo da Ilha do Mel, assegurando a efetiva participação de toda a comunidade, garantindo: (a) estrutura administrativa específica, regulamentada entre o Estado e o Município de Paranaguá; (b) ações administrativas subsidiárias dos entes federativos, por meio de apoio técnico, científico, administrativo e/ou financeiro, e (c) prestação de contas enquanto unidade interfederativa e publicidade no planejamento de suas ações.

Contudo, conforme relata Nataraj (2021), 'a Unadim seria uma instância de participação para toda a comunidade da Ilha do Mel. E para a nossa surpresa, passado tanto tempo da aprovação da lei, ela não foi até agora regulamentada', permanecendo não regulamentada até o presente momento. Desta forma, os interesses dos moradores da Ilha do Mel permanecem sendo defendidos por meio das associações de moradores e de comerciantes participantes da comunidade.

Em específico no caso da vila de Encantadas, as reivindicações de providências acerca de medidas de gerenciamento da erosão na prainha têm sido representadas pelo Convention -Instituto Ilha do Mel de Turismo & Evento, ANIME - Associação Nativa da Ilha do Mel, e ACOIM - Associação de Comerciantes da Ilha do Mel.

Ainda, apesar do disposto em 2020, não consta disponível -ou pelo menos acessível ao público- no site do IAT o novo Plano de Controle Ambiental, Uso e Ocupação do Solo da Ilha do Mel (Plano Diretor) devidamente atualizado, ou mesmo sob a nova denominação (Plano de Sustentabilidade), permanecendo como documento de referência para estudos o mesmo elaborado pelo antigo IAP, em 2004. Aqui, é importante destacar que já nesta versão do referido plano, reconhece-se a existência do problema ao constar um prognóstico de suscetibilidade acerca da erosão observada na prainha -apesar deste não ter se demonstrado acurado, conforme a realidade atual tem evidenciado (IAP, 2004: 86.).

3.1.6.1 Órgãos intervenientes

Os órgãos intervenientes devem estar cientes e anuentes sobre a existência do problema da erosão na prainha de Encantadas, dirigindo suas respectivas observações e diligências de atribuição. As entidades devem consensuar, por escrito, sobre o plano de gestão, fiscalização e monitoramento sobre o assunto, e a quem se atribui a agenda executiva e financeira. É mister mencionar que a UFPR possui a figura institucional de Acompanhamento à Pesquisa e à Gestão territorial e socioambiental para o litoral do Paraná, podendo ser agenda de soluções em partes dessas atribuições, desde que, assim definido pelos órgãos

intervenientes e instâncias de governanças responsáveis pela gestão da Ilha do Mel (TABELA 1).

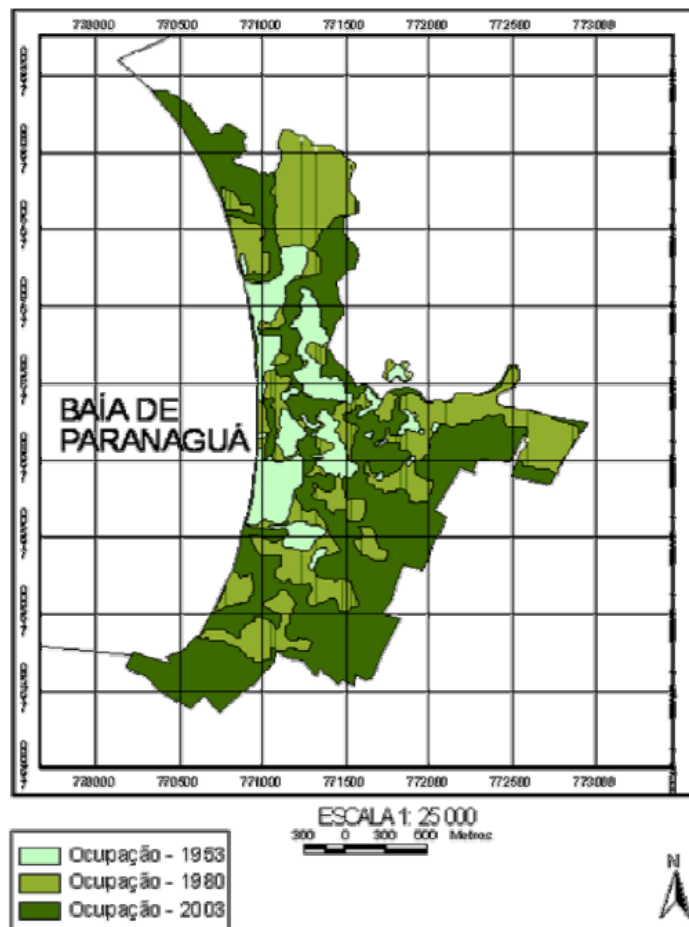


FIGURA 5. Evolução da área de ocupação da vila de Encantadas. Fonte: Telles (2007: 43)

TABELA 1. Órgãos intervenientes e instâncias de governanças responsáveis pela gestão da Ilha do Mel

Órgãos Intervenientes	Instâncias de Governanças
<ul style="list-style-type: none"> • SPU – Superintendência de Patrimônio da União • IAT – Instituto Água e Terra • APPA – Associação dos Portos de Paranaguá e Antonina (Autarquia) • CEPED – Centro de Pesquisas em Desastres; • COLIT – Conselho de Desenvolvimento Territorial do Litoral do Paraná (Expediente Técnico) • Prefeitura Municipal de Paranaguá 	<ul style="list-style-type: none"> • Conselho Gestor da Ilha do Mel • COLIT – Conselho de Desenvolvimento Territorial do Litoral do Paraná (Expediente Participativo) • CTGERCO – Câmara Técnica de Gerenciamento Costeiro • UNADIM – Unidade de Administração da Ilha do Mel • Conselho Consultivo do Parque Estadual da Ilha do Mel

4. Providências: medidas de prevenção, mitigação e compensação

Para que se possa estabelecer um programa de ações de gerenciamento dos riscos diversos que a o processo erosivo da prainha de Encantadas está trazendo para a comunidade da vila, se faz necessário um estudo de diagnóstico mais aprofundado, que contemple a coleta e sistematização de dados dos processos de erosão da prainha de Encantadas, para o adequado dimensionamento de contribuição e impacto das variáveis inter-relacionadas, tais como:

- ✓ Monitoramento do perfil praial a longo prazo, para obtenção de dados qualitativos e quantitativos acerca da sua dinâmica sazonal - em vista dos resultados controversos previamente levantados por este estudo;
- ✓ Monitoramento da ocorrência de efeitos extremos atrelados às mudanças climáticas, bem como seus impactos na dinâmica praial da prainha de Encantadas;
- ✓ Estudos de modelagem hidrodinâmica sobre os padrões de correntes do canal da Galheta e sua influência na dinâmica praial da prainha de Encantadas;
- ✓ Fomentar o registro de ocorrências relacionadas à problemas de ocupação de praias afetadas por erosão;
- ✓ Levantar, organizar e aprimorar registros e dados de ocorrências de despejo de sedimentos dragados do canal da Galheta;
- ✓ Viabilidade do uso de sedimentos de dragagens da região do complexo portuário e canal da Galheta para eventuais deposições em locais e épocas previamente validados por modelos na prainha de Encantadas;
- ✓ Viabilidade da realização da possível engorda da prainha de Encantadas por meio da identificação de ações não estruturais e estruturais de baixo impacto físico e paisagístico aplicáveis ao caso, conforme constantes no Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira (GI-GERCO, 2018);
- ✓ Avançar na implementação de agenda de programas de ordenamento territorial, de gerenciamento costeiro e de governança local participativa, com envolvimento incentivado da escola e da comunidade para as ações de monitoramento, de modo permanente.

Se faz necessária a regulamentação e implementação da Unidade de Administração da Ilha do Mel (UNADIM), com sua Unidade Gestora Conselho Gestor e grupo Amigos da Ilha, devidamente compostos e atribuídos, para que esta instância gerencial possa exercer suas atribuições e se consolide como instituição de efetiva representação da defesa dos interesses e direitos das comunidades da Ilha do Mel, fortalecendo assim a atuação das associações existentes e fomentando suas agendas de participação cidadã.

5. Nota

Este trabalho foi apresentado no VII Workshop da Rede Ibero-americana de Observação Territorial (RIDOT), realizado nos dias 27 a 29 de março de 2023, em Curitiba, Brasil, como Nota Técnica no eixo temático 5: Ambiente e Território: Sustentabilidade e Adaptação.

6. Referências citadas

- ANGULO, R. J.; SOARES, C. R.; MARONE, E.; SOUZA, M. C.; ODRISKI, L. L. R. e M. A. NOERNBERG. 2004. "Atlas de erosão costeira do estado do Paraná". In MUEHE, D. (org.) *Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro*, pp. 347-400. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/303260024>. [Consulta: julho, 2023].
- CASCAVEL TV EDUCATIVA (3 de março). 2017. *Canal da Galheta, em Paranaguá, passa por obras de dragagem*. 2017. Disponível em: <https://catve.com/noticia/6/177036/canal-da-galheta-em-paranagua-passa-por-obras-de-dragagem>. [Consulta: julho, 2023].

- DECRETO nº 87.566/1982, de 16/09/01982. Diário Oficial da União, Seção 1. Brasília, 17 de setembro de 1982. Promulga o texto da convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e Outras Matérias, concluída em Londres, a 29 de dezembro de 1972.
- ESTEVES, C. J. O. 2002. "Degradação ambiental e turismo na vila de Encantadas (Ilha do Mel/PR): um enfoque a partir da água". *Raega - O Espaço Geográfico em Análise*, 6: 95-118. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/raega.v6i0.18520>. [Consulta: julho, 2023].
- GIANNINI, P. C. F.; ANGULO, R. J.; SOUZA, M. C. D. E.; KOGUT, J. S. e M. D. O. S. S. DELAI. 2004. "A erosão na costa leste da Ilha do Mel, Baía de Paranaguá, Estado do Paraná: modelo baseado na distribuição espacial de formas deposicionais e propriedades sedimentológicas. *Revista Brasileira de Geociências*, 34(2): 231-242. Disponível em: <https://doi.org/10.25249/0375-7536.2004342231242>. [Consulta: julho, 2023].
- GOOGLE EARTH. 2022. *Região Sul da Ilha do Mel [Imagem de satélite]*. [Online]. 1 imagem de satélite, Maxar Technologies, (21 ago.)
- GRUPO DE INTEGRAÇÃO DO GERENCIAMENTO COSTEIRO (GI-GERCO). 2018. *Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira*. Brasília, DF: Comissão Interministerial Para os Recursos do Mar (CIRM). Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/secirm/sites/www.marinha.mil.br/secirm/files/pngc/documentos/Guia-de-diretrizes-de-prevenção-e-proteção-à-erosão-costeira.pdf>. [Consulta: julho, 2023].
- INSTITUTO ÁGUA E TERRA (IAT). 2022. *Planos de Manejo*. Secretaria do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Planos-de-Manejo>. [Consulta: julho, 2023].
- INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP). 2004. *Plano de Controle Ambiental e Uso do Solo da Ilha do Mel*. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Disponível em: https://docs.ufpr.br/~edugeo/Planos_Litoral/PlanoDiretor_IlhadoMel/Plano_Ilha_Completo.pdf. [Consulta: julho, 2023].
- INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP). 2011. *Mapa do Zoneamento do Parque Estadual da Ilha do Mel*. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/pe_ilha_mel_mapa_zoneamento.pdf. [Consulta: julho, 2023].
- INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ (ITCG). *Região Sul da Ilha do Mel, Canal e Ilha da Galheta – Paraná: foto aérea [Fotografia aérea]*. 1980. Curitiba: 1 fotografia aérea: escala 1:25.000.
- LAMOUR, M. R.; NOERNBERG, M. D. A.; QUADROS, C. J. L.; ODRSKI, L. L. R. e C. R. SOARES. 2003. Erosão na desembocadura sul da Baía de Paranaguá e sua relação com o assoreamento do Canal da Galheta. *9º Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário*, [online]. Recife, Pernambuco. (12 a 19 de Outubro). Disponível em: http://abequa.org.br/mostra_ano.php?pageNum_editoria=20&ano=2003. [Consulta: julho, 2023].

- LEI nº 7.661/88, de 16/05/1988. Diário Oficial da União, Seção 1. Brasília, 18 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências
- LEI ORDINÁRIA nº 16.037/2009, de 08/01/2009. Dispõe que a ilha do Mel, situada na baía de Paranaguá, município de Paranaguá, constitui região de especial interesse ambiental e turístico do Estado do Paraná, conforme especifica. Diário Oficial do Estado do Paraná nº. 7885. Curitiba, 8 de janeiro de 2009.
- LEI ORDINÁRIA nº 20.244, de 17/06/2020. Altera dispositivos da Lei nº 16.037, de 8 de janeiro de 2009, que dispõe que a Ilha do Mel constitui região de especial interesse ambiental e turístico do Estado do Paraná e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Paraná nº. 10712. Curitiba, 23 de junho de 2020.
- MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARANÁ (MPPR). 2008. "Justiça suspende licitação no Canal da Galheta". *Jusbrasil*. (25 de novembro). Disponível em: <https://mp-pr.jusbrasil.com.br/noticias/247697/justica-suspende-licitacao-no-canal-da-galheta>. [Consulta: julho, 2023].
- NATARAJ, G. 2021. Goura cobra regulamentação da lei que cria a Unidade Administrativa da Ilha do Mel (UNADIM). *Mandato Goura*. (4 de agosto). Disponível em: <https://mandatogoura.com.br/goura-cobra-regulamentacao-da-lei-que-cria-a-unidade-administrativa-da-ilha-do-mel-unadim/>. [Consulta: julho, 2023].
- OLIVEIRA FILHO, S. R.; REIS, F. B.; FERNANDEZ, G. B.; SANTOS, C. S.; LIMA, L. S. e E. M. FONSECA. 2021. "Morfodinâmica de praias estuarinas de baixa energia durante dragagem de aprofundamento do canal da Galheta, Paranaguá – PR". *Revista Brasileira de Geografia Física*, 14(4): 1924-1940. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.4.p1924-1940>. [Consulta: julho, 2023].
- PARANHOS FILHO, A. C. 1996. *O processo erosivo e as variações morfodinâmicas praias na Ilha do Mel (Baía de Paranaguá-PR)*. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/45817>. [Consulta: julho, 2023].
- SK ENGENHARIA. 2021. *Dragagem dos canais de acesso à Ilha do Mel - Paranaguá – PR* [Internet]. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=MOhZM_btXil. [Consulta: julho, 2023].
- SOARES, C. R. e M. R. LAMOUR. 2008. "Atividades portuárias na Baía de Paranaguá (PR): Histórico e características de navegação, canais de acesso, berços de atracação, bacia de evolução e áreas de fundeio". Em: E. B. BOLDRINI; C. R. SOARES e E. V. PAULA (orgs.), *Dragagens Portuárias no Brasil: Engenharia, Tecnologia e Meio Ambiente*, pp. 26-45. ADEMADAN/UNIBEM/Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão social, Antonina, Paraná, Brasil.
- TELLES, D. H. Q. 2008. Turistificação da Vila de Encantadas, Ilha do Mel: patrimônio, cultura e planejamento. *5º Seminário da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Turismo*, [online]. Belo Horizonte, Minas Gerais. (25 e 26 de agosto). Disponível em: <https://www.anptur.org.br/anais/anais/files/5/77.pdf>. [Consulta: julho, 2023].

- TELLES, D. H. Q. 2007. *Análise sobre a situação socioambiental e atividade turística na Vila de Encantadas, Ilha do Mel – Paraná*. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/33656>. [Consulta: julho, 2023].
- TELLES, D. H. Q. e J. M. G. GÂNDARA. 2011. "Aspectos de infraestrutura e serviços como indicadores da turistificação na Vila de Encantadas, Ilha do Mel (Brasil)". *El Periplo Sustentable*, (21): 171-202. Disponível em: <https://rperiplo.uaemex.mx/article/view/5018>. [Consulta: julho, 2023].
- TELLES, D. H. Q. & J. M. G. GANDARA. G. 2012. "Impactos socioculturais no processo de turistificação da Vila de Encantadas, Ilha do Mel, Paraná, Brasil". *Turismo e Sociedade*, 5(1). Disponível em: <https://doi.org/10.5380/tes.v5i1.22832>. [Consulta: julho, 2023].

Local e data de finalização do artigo:
Pontal do Paraná, Paraná, Brasil; agosto, 2023

Caracterización de la estructura diamétrica del manglar en la

desembocadura del río Unare, estado Anzoátegui,
Venezuela

Caracterização da estrutura diamétrica da floresta de mangue na foz do rio Unare,
estado de Anzoátegui, Venezuela

Characterization of the diameter structure of the mangrove forest at de mounth of Unare River,
Anzoátegui State, Venezuela

Marjonny Herrera Godoy y Franklin Nuñez Ravelo

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL)
Instituto Pedagógico de Caracas (IPC)
Centro de Investigación 'Estudios del Medio Físico Venezolano'
Caracas, Venezuela
marjonnyherrera21@hotmail.com; franklingeove@hotmail.com

Herrera: <https://orcid.org/0000-0002-7313-0055>

Nuñez: <https://orcid.org/0000-0001-5501-3085>

Resumen

El propósito de la investigación es caracterizar la estructura diamétrica del bosque de manglar ubicado en la desembocadura del río Unare en el estado Anzoátegui. Se asumió bajo un diseño de campo y enmarcado en el nivel descriptivo, ejecutado en dos fases: (a) campo, a fin de registrar los parámetros estructurales de los manglares, y (b) análisis estadístico, para estimar la altura, diámetro, frecuencia diamétrica y estratificación, cobertura y área basal. Se concluye que: (a) en general, evolutivamente corresponde al estado brinzal, (b) se evidencian diferencias significativas entre las parcelas, lo que permite afirmar que el manglar más próximo a la desembocadura del río presenta evidencias de un ciclo de evolución más complejo que aquellos individuos que se encuentran más alejados, y (c) el bosque se encuentra en un estado de desarrollo similar al reportado en otro estudio para el sector de Boca de Uchire.

PALABRAS CLAVE: estructura diamétrica; líneas de costa; bosque de manglar; Unare.

Resumo

O objetivo da pesquisa é caracterizar a estrutura diamétrica do manguezal localizado na foz do rio Unare, no estado de Anzoátegui. Foi realizada sob um desenho de campo e enquadrada no nível descritivo, executada em duas fases: (a) campo, para registrar os parâmetros estruturais dos manguezais, e (b) análise estatística, para estimar a altura, o diâmetro, a frequência e a estratificação dos diâmetros, a cobertura e a área basal. Conclui-se que: (a) em geral, a floresta corresponde ao estágio de muda, (b) há diferenças significativas entre as parcelas, o que nos permite afirmar que o mangue mais próximo da foz do rio mostra evidências de um ciclo evolutivo mais complexo do que os indivíduos que estão mais distantes, e (c) a floresta está em um estágio de desenvolvimento semelhante ao relatado em outro estudo para o setor de Boca de Uchire.

PALAVRAS-CHAVE: estrutura diamétrica; linhas costeiras; floresta de mangle; Unare.

Abstract

The purpose of the research was to characterize the diameter structure of the mangrove forest located at the mouth of the Unare river in the state of Anzoátegui. In this sense, it was assumed as a quantitative study, under a field design and framed in the descriptive level, executed in two phases: (a) field, in order to register the structural parameters of the mangroves, and (b) statistical analysis, to estimate the height, diameter, diametric frequency and stratification of the individuals, cover and basal area. It is concluded that: (a) the forest is evolving in the sapling stage, (b) when contrasting the variables under study, there are significant differences between the plots, which allows us to affirm that the mangrove closer to the mouth of the river shows evidence of a more complex evolution cycle than those individuals that are farther away, and (c) the forest under study is in a similar stage of development to that reported in another study for the Boca de Uchire sector.

KEYWORDS: diameter structure; shorelines; mangrove forest; Unare.

1. Introducción

Los manglares son asociaciones vegetales que se desarrollan en las zonas costeras subtropicales del mundo, aunque las especies que las conforman pertenecen a diversos grupos taxonómicos, presentan características morfológicas y fisiológicas comunes, como por ejemplo la marcada tolerancia a la salinidad, adaptación para crecer en estratos superficiales de sedimentos inestables, capacidad de intercambio de gases en suelos con bajas concentraciones de oxígeno, y dispersión de propágulos en medio acuático (Tomlinson, 1986). Estas plantas alcanzan su máxima abundancia y diversidad a lo largo de las líneas de costa, áreas deltaicas y estuarinas tropicales.

Esto se debe, según lo referido por Barboza *et al.* (2006), a que estas zonas presentan particularidades, tales como: la presencia de mareas, agentes fluviales, humedales, cenagosidad. En efecto, de acuerdo con Sánchez *et al.* (2000), estos bosques suelen desarrollarse en agua y en la tierra (anfibia) y tienen adaptaciones en sus raíces, hojas y tronco, con los que pueden crecer en terrenos inestables, sin oxígeno e inundados con agua de mar. Niño (2016) afirma que, en general, tales adaptaciones morfológicas les permiten ocupar suelos inestables, mientras que las adaptaciones morfofisiológicas les permiten adecuarse a ambientes salinos y salobres.

De allí que, Walter (1977), Rico (1993), Choudhury (1996) y Villalba (2006) coinciden en expresar que en el mundo se han reportado aproximadamente 69 géneros de mangle: de ellos 3 son helechos, 1 palma y 65 entre árboles y arbustos, que se extienden en la franja litoral intertropical caracterizada por las elevadas y constantes temperaturas, colonizando una superficie de aproximadamente 181.077 Km² distribuidos en: sur y sureste de Asia 41,5%, América 27,1%, oeste de África 15,5%, Australasia 10,4% y este de África 5,5%.

Adicionalmente, la Alianza Mundial de los Manglares (2023) ha reportado para el año 2021 una superficie de 147.000 km² cubiertas por mangle en el planeta, reportando una pérdida neta de 5.245 desde 1996, advirtiendo que las tasas de pérdida también han disminuido, con pérdidas promedio en

la última década de solo 66 km² o el 0,04% de todos los manglares por año.

De acuerdo con Sánchez *et al.* (2022), entre 1980 y 2005 en América se perdieron 807.030 ha de mangle, impactando la biodiversidad, y generando desequilibrios económicos, sociales y políticos, debido a la vulnerabilidad de estos ecosistemas.

En Venezuela, los manglares se ubican en el borde costero que separa tierra firme del mar, comprendiendo una extensión discontinua de aproximadamente 1.100 km de la línea costera, ocupando el 29% de la misma, distribuidos en cinco grandes áreas: zona occidental, centro-occidental, centro-oriental, oriental e insular-oriental, identificando entre las principales especies: *Rhizophora Mangle*, *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus*, y *Laguncularia racemosa* (Pannier y Pannier, 1989; Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, 2006).

En el caso del mangle emplazado en la Laguna de Unare, Roa (1990) plantea que su origen se ubica en la década de los 70 del siglo XX, y que posiblemente se desplazó del litoral, por acción del oleaje hacia las zonas más internas de la laguna. Aun cuando, en la actualidad no se conoce la densidad del mangle en la zona, se reconoce su existencia hacia la zona norte y oeste de la laguna, desarrollados en parches de bosques abiertos o en algunos casos, individuos aislados (Sánchez, 2013).

Núñez y Ugas (2018) reportaron que hacia el sector de Boca de Uchire, se encuentran un bosque de mangle en estado de juventud, caracterizado por presentar diferencias significativas para las variables diamétricas como la altura, diámetro a la altura del pecho (DAP) y área basal (AB), evidenciando que los individuos de *Avicennia germinans* se encuentra en una condición de mayor desarrollo que los correspondientes al *Conocarpus erectus*, lo cual posiblemente esté asociado a los requerimientos particulares de cada especie, así como los mecanismos que estas desarrollan para adaptarse a las condiciones de salinidad y disponibilidad de nutrientes y agua dulce.

En cuanto a la estructura diamétrica, los bosques de mangle presentan generalmente una estructura en forma de 'J invertida' (Agudelo *et al.*, 2015), lo que significa que hay una gran cantidad de árboles de diámetro pequeño y una disminución gradual en

la cantidad de árboles a medida que aumenta el diámetro. Sin embargo, esta disminución no es uniforme, sino que hay un aumento en la cantidad de árboles de diámetro intermedio antes de que la cantidad empiece a disminuir nuevamente. Esto se debe a la regeneración constante de los manglares: los árboles de diámetro pequeño tienen una tasa de crecimiento más rápida que los de diámetro grande, lo que les permite competir mejor por la luz y los nutrientes en el suelo. Esto aunado a que los manglares presentan una alta tasa de mortalidad, debido a la presencia de condiciones ambientales extremas, como inundaciones y salinidades elevadas.

El reconocimiento de la estructura diamétrica del manglar es importante, ya que proporciona información valiosa sobre la salud y el estado de conservación de estos ecosistemas, sumado a su implicación para la fauna y la flora asociadas, lo que contribuye con gestores y conservacionistas a identificar áreas de interés para la planificación de estrategias de gestión adecuadas para mitigar los potenciales impactos derivados de las acciones antropogénicas (Alvis, 2009).

Ahora bien, las condiciones diamétricas en el manglar ubicado en la desembocadura del río Unare, no han sido suficientemente estudiado; de allí que se plantee como propósito de la investigación: caracterizar la estructura diamétrica del bosque de manglar ubicado en la desembocadura del río Unare.

La relevancia de este estudio radica, no solo porque constituye una acción emprendida en la línea de investigación 'Estudios Eco geográficos de los manglares en Venezuela' del Centro de Investigación 'Estudios del Medio Físico Venezolano' de la UPEL-Caracas, a fin de contribuir con lo establecido en el ordenamiento jurídico

2. Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

El área objeto de estudio, se localiza en la región nororiental de Venezuela, en la parroquia Sucre del municipio Peñalver, estado Anzoátegui, dentro de las coordenadas angulares: 10°5'43" N-65°12'13" O y 10°5'55" N y 65°12'33" O. (FIGURA 1). El delta del río Unare es una planicie litoral formada por los aportes del río y, de acuerdo con Mattia y Méndez (2003),

venezolano en materia ambiental, en especial a lo referido en la Norma para la protección de los manglares y sus espacios vitales (1991), específicamente en sus artículos 10 y 11, sino que, adicionalmente, se atiende a lo expuesto en el objetivo de desarrollo sostenible número 13, el cual demanda: adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. En este sentido, se considera que el estudio contribuye con:

1. La promoción de la conservación del ecosistema y su biodiversidad: al proporciona información sobre la estructura diamétrica del bosque y su estado de evolución sucesional, lo que a su vez permite conocer la diversidad de especies presentes y su estado de salud.
2. La fundamentación para el estudio de las potencialidades del bosque como sumidero de carbón: en el entendido que, los indicadores examinados, constituyen información básica para la futura estimación de la cantidad de carbono almacenado en el manglar, y por ende sus aportes a la mitigación del calentamiento global.
3. Conocimiento de la productividad y crecimiento: proporcionar información sobre la productividad y el crecimiento del manglar, lo que resulta de interés, para evaluar la capacidad de recuperación del manglar frente a perturbaciones naturales o antropogénicas.
4. Información base para la gestión sustentable: la información recabada, permite identificar áreas con problemas de regeneración, degradadas o amenazadas, así como aquellas que requieren acciones de restauración o conservación. Permitiendo a futuro evaluar el impacto de actividades humanas, como la tala selectiva o la construcción de infraestructuras, en la estructura y función del manglar.

tiene dimensiones de 7 km de largo por 3 a 6 de ancho. En el canal principal se observan dos grandes meandros activos, así como diques naturales, pequeños meandros abandonados y numerosos depósitos de desbordamiento que avanzan sobre las lagunas de Píritu y Unare.

El delta del río Unare, donde se ubica el bosque de manglar estudiado, forma parte de la depresión de Unare, limita al norte con el cordón litoral que

separa la laguna de Unare del mar Caribe, y al sur con el cerro El Morro, al este con la laguna de Piritu, y al oeste con la laguna de Unare. De acuerdo con Rodríguez y González (2001), la vegetación dominante es el manglar. Hacia la zona sur se ubica exclusivamente la especie *Avicennia germinans* y hacia la zona este, la *Avicennia germinans* y el *Rhizophora mangle*. En otras zonas con menor nivel de inundación, se observa la especie *Laguncularia racemosa*. Además, se han reportado espinares

deciduos y la vegetación propia de ambientes semiáridos.

La zona de estudio se trata de un bosque monoespecífico de *Avicennia germinans*, y a pesar de que forma parte del sistema lagunar Unare-Píritu, no cuenta en la actualidad con ninguna figura de protección jurídica como área bajo régimen de administración especial, ni posee planes de ordenamiento ni reglamento de uso.

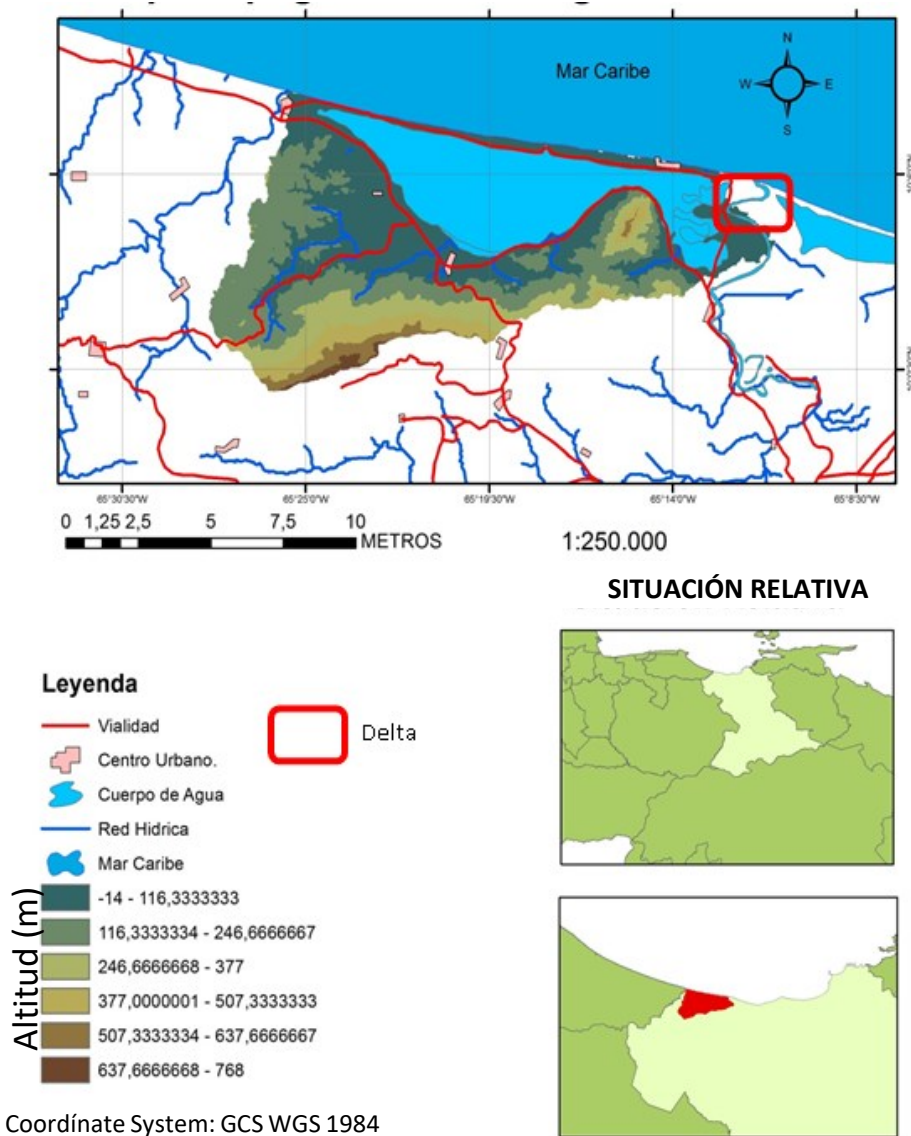


FIGURA 1. Localización del delta del rio Unare

2.2 Método

La investigación se asumió como un estudio cuantitativo, bajo un diseño de campo y enmarcada en el nivel descriptivo. Es cuantitativa, ya que esta se orientó a dar respuesta a los problemas detectados, por medio del uso de técnicas estadísticas, además es importante hacer énfasis en que no fue necesario estudiar a todos los individuos, sino que se seleccionaron muestras para, a partir de allí, explicar lo que sucede en la población (Hueso y Cascant, 2012). Es de campo, ya que de acuerdo con Hurtado de Barrera (2010), clasifican en este diseño, aquellos estudios que se sustentan sobre datos recolectados directamente de la realidad. Se enmarcó en el nivel descriptivo, ya que se basa en lo planteado por Arias (2006: 24), quien advierte que clasifican como tal, aquellas que "consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento".

En atención a su propósito, se desarrolló en dos fases: a) campo y b) análisis estadístico.

a) fase de campo

Se realizó el trabajo de campo en agosto de 2021, a fin de reconocer el área de estudio, con el propósito de diseñar el muestreo, el cual se llevó a cabo con apoyo de la cartografía existente, permitiendo el muestreo de las variables diamétricas por ejemplares de manglar, considerando: altura, perímetro e identificación de la especie.

Se reconoció como universo estadístico el bosque halófito de manglar de *Avicennia germinans* emplazado en la desembocadura del río Unare en la Laguna homónima, el cual tiene un área aproximada de 592 hectáreas (5.92 km²), en esta zona: (a) se dividió con apoyo de la herramienta *surface* del software ARGIS versión 7.1, en parcelas de 20m x 50 m (1.000 m² o 0,1 ha), (b) en campo, se seleccionaron dos parcelas, ya que fueron las más accesibles y seguras tanto para el personal como para los equipos, y (c) en cada parcela se procedió a identificar la especie de cada individuo de manglar, así como sus rasgos estructurales.

En total se registraron las propiedades estructurales de 80 individuos de *Avicennia germinans*: 40 individuos por cada parcela.

b) fase de análisis estadístico

En esta fase se estimaron los siguientes parámetros estructurales:

- Altura de los individuos, considerando que las formas biológicas menores a dos metros de altura fueron medidas con una cinta métrica o una regla graduada, mientras que, para las que superan los dos metros de altura, se aplicó el protocolo propuesto por Bennet y Humphries (citado por Sánchez, 1998).
- Cobertura: considerando para su determinación el criterio propuesto por Sánchez (1998), donde destaca que será: (a) cerrada si las copas, vástagos o follaje se toca; (b) abierta, si las copas, vástagos o follaje no se tocan, pero están más cerca que el doble de su diámetro; (c) dispersa, si las copas, vástagos o follaje no se tocan, la distancia es mayor que el doble de su diámetro, y (d) muy dispersa: el sustrato domina el paisaje.
- Estratificación: para su reconocimiento, se consideró el criterio propuesto por Sánchez (1998) donde destaca el estrato con su rango de altura expresada en metros: (a) arbóreo alto > 25 m; (b) arbóreo medio 15-25 m; (c) arbóreo bajo < 15-5 m; (d) arbustivo 2-5 m; (e) herbáceo 0-2 metros.
- Diámetro a la altura del pecho: es el cociente que resulta de dividir el perímetro del individuo registrado en campo entre el valor de Pi (π).
- Frecuencia diamétrica: es la proporción de árboles que se encuentran en cada clase de diámetro. Se expresa como un porcentaje.
- Área basal: entendida como la superficie de la sección horizontal de un árbol, estimada a la altura de 1,30 m del suelo. De allí que, para su determinación, fue necesario aplicar la siguiente ecuación: $AB = 0,0796 * \text{perímetro}$

3. Resultados

3.1 Altura de los individuos

En la TABLA 1 se muestran los estadísticos estimados con base en las alturas de los individuos correspondientes a las parcelas en estudio. Como se evidencia en la parcela 1 estos presentan alturas que van desde 13,95m hasta 36,65m, para una media aritmética de 26,45m. En la parcela 2, los individuos se presentan con mayor desarrollo vertical,

alcanzando alturas entre 12m y 52,6m, para un promedio de 32,11m.

TABLA 1. Valores de altura registrados por parcela

Altura	valor mínimo	valor máximo	X
Parcela 1	13,95	35,65	26,45
Parcela 2	12,00	52,60	32,11

El análisis *t* para muestras independientes aplicado para contrastar las medias aritméticas estimadas para la parcela 1 y 2, permite afirmar que existen diferencias significativas (TABLA 2), ya que como se evidencia, el estadístico *t* es superior al valor crítico

(de dos colas), lo que permite rechazar la hipótesis nula, que supone que en ambas parcelas los individuos presentan promedio de alturas iguales, y aceptar la hipótesis alternativa que supone diferencias entre las aturas promedios.

TABLA 2. Prueba *t* correspondiente a la variable altura de los individuos por parcela

	Parcela 1	Parcela 2
Media	26,4533333	32,1132075
Varianza	88,7986092	90,7561684
Observaciones	40	40
Varianza agrupada	56,0306225	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	81	
Estadístico <i>t</i>	-3,30943284	
P(T<=t) una cola	0,00069841	
Valor crítico de <i>t</i> (una cola)	1,66388391	
P(T<=t) dos colas	0,00139683	
Valor crítico de <i>t</i> (dos colas)	1,98968632	

Es posible que la variación en el patrón de crecimiento vertical este asociado con que la parcela 2 se encuentra ubicada más próxima a la zona de contacto entre la boca del cordón litoral y la

desembocadura del río Unare, con lo cual la condición de salobridad de la masa de agua próxima a la parcela pudiese potenciar el mayor crecimiento de los individuos.

3.2 Cobertura

En la FIGURA 2, se muestra la distribución de la cobertura de los individuos por parcela, evidenciando que en la parcela 1, el 53,33% de los individuos se disponen en cobertura abierta,

mientras que el 46,67% se encuentran en una cobertura cerrada. En la parcela 2, el 100% de los individuos se disponen en cobertura cerrada.

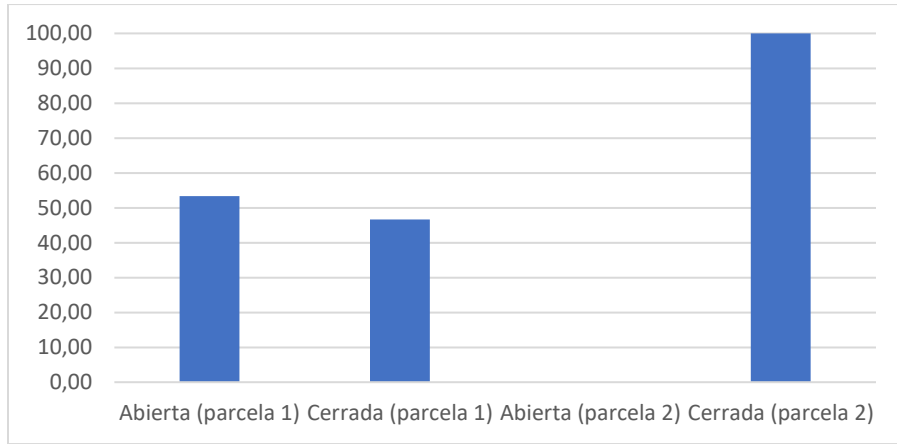


FIGURA 2. Frecuencia porcentual de la cobertura de los individuos por parcela

Con base en lo anterior se puede afirmar que la parcela dos, presenta mayor desarrollo estructural, no solo por presentar las alturas más elevadas, sino

porque como se evidencia su cobertura es más densa.

3.3 Estratificación

En la FIGURA 3 se presenta la estratificación general de los individuos para ambas parcelas, se evidencia que estos se distribuyen entre los estratos arbóreo bajo (5 a 15m), arbóreo medio (15 a 25m) y arbóreo alto (> de 25m). El análisis específico permite afirmar que para la parcela 1, los individuos se distribuyen en: arbóreo bajo 10%, arbóreo medio

37.5% y arbóreo alto 52.5%. Mientras que en la parcela 2, los individuos se ubican en el estrato arbóreo bajo el 7.5%, 10% en el arbóreo medio y 82.5% en el alto. Lo anterior reafirma el mayor desarrollo vertical de los individuos dispuestos en la parcela 2.

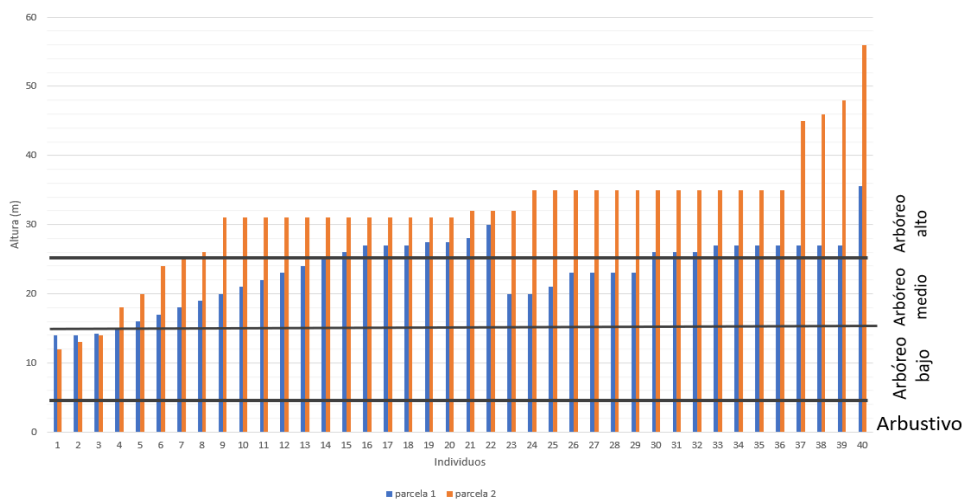


FIGURA 3. Distribución general de la estratificación de los individuos de *Avicennia germinans*

3.4 Diámetro a la altura del pecho (DAP)

En la TABLA 3 se presentan las medidas de posición correspondientes al DAP estimados para los individuos de *Avicennia germinas* por parcela. Se evidencia que en la parcela 1 los individuos presentan un DAP entre 0,63 y 6,30cm para una media aritmética de 2,17cm. Al contrastar las posibles variaciones de acuerdo con la cobertura, se

tiene que aquellos que corresponden al área abierta presentan DAP que varían de 0,63cm hasta 4,45cm para una media de 1,27cm, mientras que, los que se disponen en cobertura cerrada oscilan entre 0,95cm y 6,30cm para una media de 2,23cm. Los individuos ubicados en la parcela 2 presentan diámetros entre 0,63 y 19,09cm para un promedio de 6,09 cm.

TABLA 3. Medidas de posición para la variable DAP por parcela

DAP (cm)	Valor mínimo (cm)	Valor máximo (cm)	X
Parcela 1	0,63	6,30	2,17
Parcela 2	0,63	19,09	6,09

La prueba *t* para muestras independientes con varianzas diferenciadas (TABLA 4), permite afirmar que, al comparar las medias estimadas para la variable en estudio entre ambas parcelas, existen

diferencias significativas: el valor de *t* es mayor al valor crítico de *t* de dos colas, por lo que se rechaza la igual de medias.

TABLA 4. Prueba *t* para dos conjuntos de muestras correspondientes al DAP (parcela 1 y 2) con varianzas diferentes

	Parcela 1	Parcela 2
Media	2,169807317	6,085639186
Varianza	1,719802588	11,51941264
Observaciones	40	40
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	83	
Estadístico <i>t</i>	-7,791700752	
P(T<=t) una cola	8,44111E-12	
Valor crítico de <i>t</i> (una cola)	1,663420175	
P(T<=t) dos colas	1,68822E-11	
Valor crítico de <i>t</i> (dos colas)	1,98895978	

Se puede afirmar que: (a) en ambas parcelas predomina las plantas en estado brinzal (1 a 5 cm de DAP) lo que permite inferir que se trata de un bosque en estado de juventud; (b) en la parcela 2, una fracción del 47,5% de los individuos se ubican

en la categoría latizal, esto supone que hacia este sector del manglar de Unare, casi la mitad de los individuos que lo constituyen han alcanzado un estado de evolución intermedio, y (c) se evidenció un individuo en estado fustal (FIGURA 4)

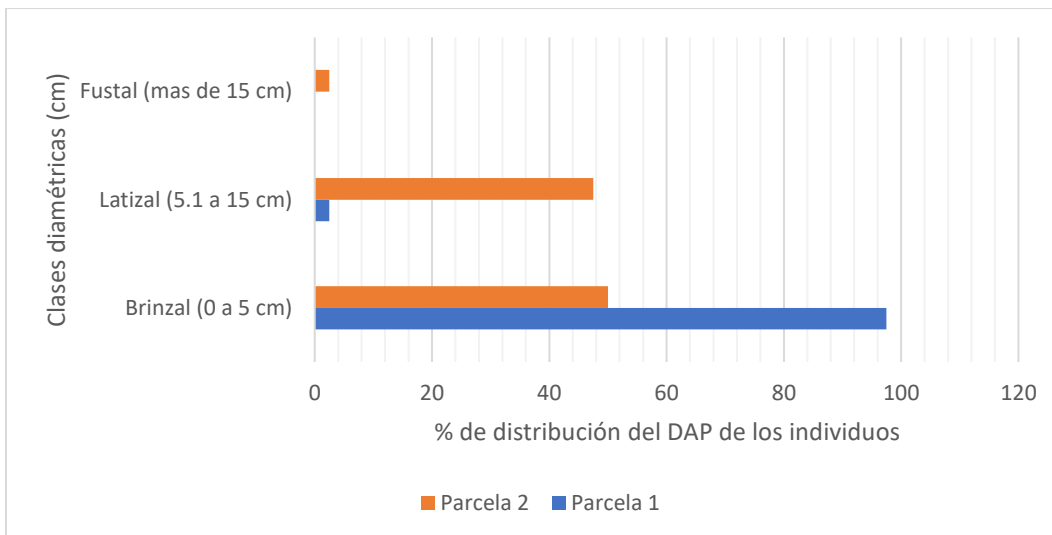


FIGURA 4. Clasificación de los individuos de acuerdo con el DAP por parcela

3.5 Frecuencia diamétrica

La FIGURA 5 muestra para ambas parcelas, distribuciones de función diamétricas similares a la letra 'J' invertida, lo que denota el comportamiento de masas irregulares, caracterizadas en ambas parcelas por la distribución heterométrica de los individuos, con predominio de mayor número de individuos jóvenes con menor DAP, en contraste con individuos más evolucionados, con mayor DAP.

Con base en lo anterior, se puede asumir que, en el equilibrio dinámico, estas masas irregular

evidencia que la presencia de un individuo maduro, en la evolución sucesional le sigue un repoblamiento constante de individuos más jóvenes. De allí que se asume que las condiciones físico naturales del paisaje, aunada a las acciones antropogénicas, limitan el crecimiento de todos los individuos, favoreciendo que, por cada ciclo reproductivo, solo pocos alcancen la madurez: disminuye el número de individuos en pie según aumenta su tamaño.

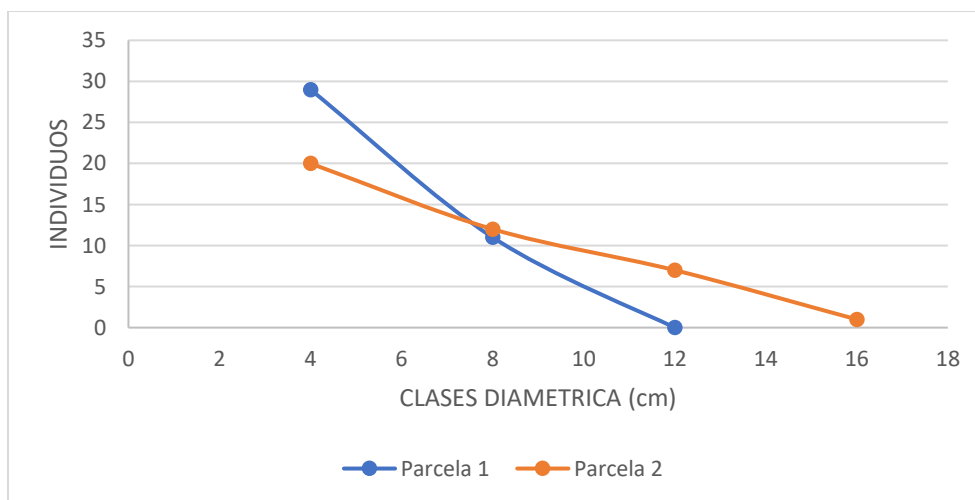


FIGURA 5. Frecuencia diamétrica de los individuos de *Avicennia germinans* por parcela

3.6 Área basal

En la TABLA 5, se presentan los estadísticos estimados para la variable AB por parcela; con base en estos se puede afirmar que: (a) para la parcela 1 se estimaron valores que oscilan entre 0,15 y 1,59 m²/ha, para una

media aritmética de 0,54 m²/ha, y (b) en la parcela 2, se estimó que esta varía en un rango entre 0,15 y 4,77 m²/ha, para un promedio de 1,52 m²/ha.

TABLA 5. Medidas de posición estimadas para la variable AB por parcela

AB	valor mínimo (m ² /ha)	valor máximo (m ² /ha)	X
Parcela 1	0,15	1,59	0,54
Parcela 2	0,15	4,77	1,52

La prueba *t* para el análisis contrastivo entre las parcelas 1 y 2, permite afirmar que existen diferencias significativas en las medias aritméticas

estimadas para ambos conjuntos de muestras: el estadístico *t* es mayor que el valor crítico de *t* (TABLA 6).

TABLA 6. Prueba *t* para dos conjuntos de muestras correspondientes al AB (parcela 1 y 2) con varianzas diferentes

	Parcela 1	Parcela 2
Media	0,542606667	1,521844068
Varianza	0,107549033	0,720374361
Observaciones	40	40
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	83	
Estadístico <i>t</i>	-7,791700752	
P(T<=t) una cola	8,44111E-12	
Valor crítico de <i>t</i> (una cola)	1,663420175	
P(T<=t) dos colas	1,68822E-11	
Valor crítico de <i>t</i> (dos colas)	1,98895978	

4. Discusión

En relación con la altura de los individuos, al comparar los datos obtenidos con estudios en bosques de *Avicennia germinans*, se estima que estas son superiores a las reportadas por Basañez *et al.* (2006), para los individuos localizados en Veracruz-México con promedios de 12,07 m; Rossalino (2015) en Tuxpan, registró una altura promedio de 13 m; Orjuela *et al.* (2011), en la baja

Guajira Colombiana, estimaron la altura promedio de 6,3m; en Venezuela, Barreto (2001) reportó entre 2,9 y 4 metros para la especie en el manglar de Cuare; Del Mónaco *et al.* (2010), afirman que los individuos de esta especie ubicados en la isla la Tortuga, presentan altura promedio de 6,7 m, mientras que Núñez y Ugas (2018), estiman para el sector Boca de Uchire al oeste de la laguna, la altura media en 5,51 m.

Lo anterior permite afirmar que, en el caso del manglar de estudio, presenta un desarrollo estructural diferencial, vinculado a la proximidad hacia el cuerpo de agua dulce. Barreto (2004) y Samper y Silva (2015) coinciden en afirmar que el aporte de agua dulce proveniente de los ríos y las precipitaciones, favorecen un importante grado de desarrollo estructural del manglar.

En efecto, el aporte de agua dulce es esencial para el crecimiento y la supervivencia de los manglares, ya que influye en la disminución de la salinidad y controla de la intrusión de agua salada, potencia la disponibilidad de nutrientes, así como el equilibrio en los procesos de sedimentación.

En cuanto a la cobertura, como ya se indicó, la parcela 2, por presentarse totalmente cerrada, presenta un mayor grado estructural que la parcela 1, lo que posiblemente indique un mayor nivel crecimiento y la madurez en este sector del ecosistema. Esto particularmente indica que las copas de los árboles están densamente agrupadas y que la cubierta forestal está más desarrollada hacia el área más próxima a la desembocadura del río.

Es importante destacar que las áreas de los bosques que presentan una cobertura cerrada generan un mayor aporte de materia orgánica al suelo, debido a la gran cantidad de hojarasca de se desprende tal como lo refiere Jiménez y Lugo (1985).

Con relación al DAP, se ubica en el rango del promedio reportado para la especie en estudio en otras áreas: en El Caribe colombiano, Orjuela *et al.* (2011) registraron un rango de DAP entre 3.7cm y 14.5cm; Blanco *et al.* (2015) reportaron para los manglares emplazados en la ensenada de río Negro- golfo de Urabá, hasta 12.8cm.

No obstante, Núñez y Ugas (2018) reportaron para el bosque de *Avicennias germinans* ubicado en el sector Boca de Uchire, un DAP entre 10,19 y 17,83cm, para una media estimada de 13,29cm. Por lo que se puede afirmar que los individuos ubicados en la desembocadura del río Unare presentan para este indicador, un desarrollo estructural ligeramente inferior, especialmente en los individuos emplazados en la parcela 1, posiblemente generado por condiciones físico-naturales o antropogénicas

que limitan la presencia de individuos de mayor diámetro.

En efecto, Ajbilou *et al.* (2003) afirman que la falta de árboles de la clase de mayor diámetro puede estar influenciada por la tala excesiva o la muerte de árboles viejos por causas endémicas o climáticas, mientras que la ausencia de individuos de diámetros intermedios puede estar originada por la tala intensiva limitada en el tiempo o bien alguna perturbación episódica que limite la regeneración.

No obstante, como ya se indicó, ambas parcelas se ubican evolutivamente en el estado brinzal, lo que supone una fase temprana en su desarrollo, caracterizada por la presencia de árboles y arbustos jóvenes, y de menor tamaño en comparación con un bosque maduro.

Este estado se caracteriza por una menor acumulación de sedimentos y materia orgánica en comparación con un manglar maduro, lo que afecta la estructura y la diversidad de la fauna y flora presente en el ecosistema. También es oportuno referir que estos bosques pueden transitar procesos de colonización o recolonización cíclicos, y su equilibrio pudo ser alterado o degradado por factores naturales o humanos.

En cuanto al área basal, los valores obtenidos son similares a los reportados para la especie en bosques de *Avicennia germinans* en estado brinzal: Gómez (2013) reporta AB de 0.03 m²/ha; Ochoa (2014) reportó para manglares en México, un promedio para el área basal de 0,4 m²/ha, y Nuñez y Ugas (2018), para el sector oeste de la laguna, estiman variaciones que oscilan entre 0,08 y 0,24 m²/ha, para una media estimada de 0,14 m²/ha.

5. Conclusiones

Lo anterior permite afirmar que el manglar emplazado en la desembocadura del río Unare, se encuentra en la fase de juventud, con una estructura intermedia que permite precisar diferencias significativas para indicadores como la altura, DAP y AB por parcela, lo que hace suponer que, en las zonas más próximas al cuerpo de agua dulce, que genera el río Unare hacia su delta, contribuya con el descenso de la salinidad, favoreciendo un mayor desarrollo estructural.

En general, el bosque en estudio se encuentra estructuralmente en un estado de desarrollo similar

al reportado por Núñez y Ugas (2018) para el sector oeste de la laguna de Unare, específicamente en el sector de Boca de Uchire.

El estado brinzal del bosque de manglar objeto de estudio, permite suponer que en la actualidad, si bien este experimenta un importante rebrote y crecimiento de plantas jóvenes, la frecuencia diamétrica evidenciada en la parcela 2, caracterizada por la presencia de individuos con un mayor grado de madurez, lo que hace suponer que estos forman parte de fases anteriores de colonización del manglar, cuya evolución fue

afectada por cambios en las condiciones del medio físico natural o producto de la intervención antropogénica.

Con base en lo anterior, se puede afirmar que el manglar en estudio, con una alta proporción de árboles jóvenes y de diámetros pequeños, pudiese estar vinculado con una alta tasa de regeneración y crecimiento activo.

Se hace necesario continuar con el estudio a fin de precisar la relación de la estructura diamétrica con algunas propiedades físico-químicas del suelo y el agua.

6. Referencias citadas

- AJBILOU, R.; MARAÑÓN, T. y J. ARROYO. 2003. Distribución de las clases diamétricas y conservación de bosques en el norte de Marruecos. *Investigaciones agrarias: sistemas de recursos forestales*. Disponible en: <https://acortar.link/wVLpko>.
- AGUDELO, C.; BOLÍVAR, J.; POLANIA, J.; URREGO, L.; YEPES, A. y A. SIERRA. 2015. "Estructura y composición florística de los manglares de la bahía de Cispatá, Caribe colombiano". *Revista de Biología Tropical*, 63(4): 1.137-1.147. Disponible en: <https://acortar.link/OAzwAC>.
- ALIANZA MUNDIAL DE LOS MANGLARES. 2023. *El estado de los manglares del mundo 2022*. Disponible en: <https://acortar.link/w46Jk3>.
- ALVIS, J. 2009. "Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán". *Bioteología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7(1): 115-122. Disponible en: <https://acortar.link/43Rtvo>.
- ARIAS, F. 2006. *Introducción a la investigación científica*. Episteme. Caracas, Venezuela.
- BLANCO, J.; ORTIZ, L. y L. URREGO. 2015. *Reservorios de biomasa aérea y de carbono en los manglares del golfo de Urabá (Caribe colombiano)*. Disponible en: <https://acortar.link/iljqXV>.
- BARBOSA, F; BARRETO, M; FIGUEROA, V; FRANCISCO, M; GONZÁLEZ, A; LUCENA, L; ... E. MEDINA. 2006. "Desarrollo estructural y relaciones nutricionales de un manglar ribereño bajo clima semi-árido". *Ecotropicos*, 19(1) 13-29. Disponible en: <https://acortar.link/7OMyq4>
- BARRETO, M. 2004. "Cambios espacio temporales de la salinidad y estructura del manglar en el golfete de Cuare, Venezuela". *Acta Biológica Venezolana*, 24: 63-79. Disponible en: <https://acortar.link/NtMZgj>.
- BARRETO, M. 2001. "Análisis estructural de los manglares en el refugio de fauna silvestre Cuare, estado Falcón, Venezuela". *Acta Biológica Venezolana*. 21(1): 43-51. Disponible en: <https://acortar.link/t3L5IH>.

- BASÁÑEZ, A.; OLMEDA, G. y P. ROJAS. 2006. "Características estructurales y uso de los manglares en el ejido Cerro de Tumilco, Tuxpan, Veracruz, México". *Revista UDO agrícola*, 6(1): 114-120. Disponible en: <https://acortar.link/ZLR29J>
- CHOUDHURY, J. 1996. *Mangrove Forest Management. Mangrove Rehabilitation and Management Project in Sulawesi*. Jakarta. Asia Development Bank: 297.4
- DEL MÓNACO, C; GIMÉNEZ, E; NARCISO, ALFONSO, F. y F. BUSTILLOS. 2010. "Caracterización de los bosques de manglar y las praderas de *thalassia testudinum* de la isla la tortuga y cayos adyacentes, Venezuela". *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. Disponible en: <https://acortar.link/cXH0le>.
- GÓMEZ, L. 2013. "Características estructurales de los bosques de manglar del Noroeste de México". Disponible en: <https://acortar.link/Av7GCR>.
- HUESO, A. y M. CASCANT. 2012. *Metodología y técnicas cuantitativas de investigación*. Editorial: Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, Venezuela.
- HURTADO DE BARRERA, J. 2010. *Metodología de la investigación. Guía para una comprensión holística de la ciencia*. Cuarta edición, Quirón ediciones. Bogotá, Colombia/Caracas, Venezuela.
- JIMÉNEZ, A. y A. LUGO. 1985. *Avicennia germinans (L.)*. Black mangrove. In: *Silvicultural Manual*, Chapter 4. U.S. Forest Service. Disponible en: <https://acortar.link/qrew4u>.
- MATTIA, M. y D. MÉNDEZ. 2003. *Inventario de los aprovechamientos hidráulicos de la Cuenca del río Unare. Casos en estudio: embalses El Cují y El Andino*. (Trabajo de Grado). Escuela de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE y DE LOS RECURSOS NATURALES. 2006. *Los Manglares Venezolanos*. Caracas, Venezuela.
- NIÑO, L. 2016. *Ecosistema de Manglar*. Establecimiento Público Ambiental. Cartagena, Colombia. Disponible en: <https://acortar.link/23u77y>
- NÚÑEZ, F. y M. UGAS. 2018. "Caracterización fisionómica del manglar de *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus* emplazado en la Laguna de Unare, Venezuela". *Terra Nueva Etapa*, 34(55): 193-208. Disponible en: <https://acortar.link/3DuX22>.
- OCHOA, J. 2014. *Estructura y productividad del manglar de balandra, bcs. México*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Departamento de Biología Marina. La Paz, Baja California Sur, México. Trabajo de Grado de Maestría. Disponible en: <https://acortar.link/3NaPaT>.
- ORJUELA, A.; VILLAMIL, C. y A. SANJUAN. 2011. "Cobertura y estructura de los bosques de mangle en la baja Guajira, Caribe Colombiano". *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*. 40(2): 381-399. Disponible en: <https://acortar.link/ig3wvM>.

- PANNIER, F. y R. PANNIER. 1989. *Manglares de Venezuela*. Cuadernos Lagoven. Caracas, Venezuela.
- RICO, V. 1993. "Origen y rutas de dispersión de los mangles: una revisión con énfasis de América". *Acta Botánica Mexicana*, 25:1-13. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/574/57402501.pdf>.
- ROA, P. 1990. "La transgresión Flamenca y la evolución de la laguna de Unare, Venezuela". *Boletín del Instituto de Oceanografía-Universidad de Oriente*, 29(1/2): 11-25.
- RODRÍGUEZ, J. y D. GONZÁLEZ. 2001. "Estudio ambiental de la cuenca del río Unare y las lagunas de Unare y Píritu". *Cuadernos CENAM*. 5. Disponible: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/cenam/UnarePiritu.pdf.
- ROSSALINO, M. 2015. *Estructura del mangle y la asociación con características fisicoquímicas de agua y suelo en Tumulco, Mpio Ver. De Tuxpan*. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Zona Poza Rica - Tuxpan. México. Trabajo de Grado de Maestría. Disponible en: <https://acortar.link/Y61kFW>.
- SÁNCHEZ, C. 2013. "Nuestros paisajes naturales: Los biomas de Venezuela". En: *El mundo de la biología*, pp. 234-244. Fundación Polar. Caracas, Venezuela.
- SÁNCHEZ, C. 1998. *Enfoque fisionómico en el estudio de las formaciones vegetales de los biomas venezolanos*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas. Caracas, Venezuela. Trabajo de Ascenso (inedito).
- SÁNCHEZ, H.; ÁLVAREZ, R.; GUEVARA, O. y G. ULLOA. 2000. *Lineamientos estratégicos para la conservación y uso sostenible de los manglares de Colombia. Propuesta técnica para análisis*. Ministerio del Medio Ambiente-ACOFOR- OIMT. Santa Fe de Bogotá, Colombia. Disponible en: <https://acortar.link/Vp9eq>.
- SÁNCHEZ, S.; HERNÁNDEZ, G. y M. HERNÁNDEZ. 2022. "Desarrollo bioeconómico y manglares en América Latina". *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 8(16): 2.007-2.017. Disponible en: <https://acortar.link/yptvgj>.
- SAMPER, J. y A. SILVA. 2015. "Complejidad estructural de los manglares de Playa Blanca, Escondido y Rincón de Osa, Golfo Dulce, Costa Rica". *Revista de Biología Tropical*, 63: 199-208. Disponible en: <https://acortar.link/y8PREg>.
- TOMLINSON, P. 1986. *The botany of mangroves*. Cambridge University Press. Cambridge.
- VILLALBA, J. 2006. *Los manglares en el mundo y en Colombia. Estudio descriptivo básico*. Sociedad geográfica de Colombia. Bogotá, Colombia. Disponible en: <https://acortar.link/olvGud>.
- WALTER, L. 1977. *Zona de Vegetación y clima*. Omega. Barcelona, España.

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Caracas, Venezuela; abril, 2023

Proyecto e incertidumbre en la interfase río-ciudad. Nuevos

conceptos en el tratamiento de los tramos fluviales urbanos

Projeto e incerteza na interfase rio-cidade.
Novos conceitos no tratamento dos trechos fluviais urbanos

Project and uncertainty at the river-city interface.
New concepts in the treatment of urban river sections

Francisco Pellicer y Samuel Barrão

Universidad de Zaragoza, Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio
Zaragoza, España
pellicer@unizar.es; sbarrao@unizar.es

Pellicer: <https://orcid.org/0000-0002-0285-4582>

Barrão: <https://orcid.org/0000-0002-8398-4302>

Resumen

En los tramos fluviales urbanos se alcanza la máxima tensión entre los ríos, como arterias principales de los sistemas naturales, y las ciudades que son los artefactos más complejos construidos por el ser humano. En consecuencia, en la interfase río-ciudad se generan no pocos conflictos, tantos como oportunidades. La elevada concurrencia de factores naturales y culturales en los espacios fluviales de muchas ciudades, exige el diseño de un proyecto integral que explote este yacimiento de bienestar generando sinergias, convirtiendo las interfases negativas en filones de oportunidades, los cauces-barrera en lugares de encuentro, las riberas vacías en espacios plétóricos de actividad económica y de personas de toda clase y condición, las cloacas en playas, los diques frente a las inundaciones en parques lineales, los paisajes del olvido en el espejo donde la ciudad se mire y se reconozca.

Esta nota técnica presenta las tipologías más frecuentes desarrolladas en diversas partes del mundo, -especialmente en España y Europa, critica numerosas experiencias con criterios científicos y propone algunos principios de actuación.

PALABRAS CLAVE: tramos fluviales urbanos; incertidumbres; conflictos; innovación; sostenibilidad.

Resumo

Nos trechos de rios urbanos, a maior tensão é alcançada entre os rios, como as principais artérias dos sistemas naturais, e as cidades, que são os artefatos mais complexos construídos pelo homem. Consequentemente, a interface rio-cidade gera tantos conflitos quanto oportunidades. A alta simultaneidade de fatores naturais e culturais nos espaços fluviais de muitas cidades exige a elaboração de um projeto integral que explore essa fonte de bem-estar, gerando sinergias, transformando interfaces negativas em um filão de oportunidades, margens de rios em pontos de encontro, margens vazias em espaços repletos de atividades econômicas e pessoas de todos os tipos e condições, esgotos em praias, diques contra enchentes em parques lineares, paisagens esquecidas em um espelho no qual a cidade se olha e se reconhece.

Esta nota técnica apresenta as tipologias mais frequentes desenvolvidas em diferentes partes do mundo - especialmente na Espanha e na Europa -, critica numerosas experiências com critérios científicos e propõe alguns princípios de ação.

PALAVRAS-CHAVE: seções fluviais urbanas; incertezas; conflitos; inovação, sustentabilidade.

Abstract

In urban river sections, the maximum tension is reached between rivers, as the main arteries of natural systems, and cities, which are the most complex artifacts built by humans. Consequently, the river-city interface generates not a few conflicts, as many as opportunities. The high concurrence of natural and cultural factors in the fluvial spaces of many cities requires the design of a comprehensive project that exploits this source of well-being, generating synergies, turning negative interfaces into veins of opportunities, the channel-barriers into meeting places, empty riverbanks in spaces brimming with economic activity and people of all classes and conditions, sewers on beaches, dikes against floods in linear parks, landscapes of oblivion in the mirror where the city looks at itself and recognizes itself.

This Technical Note presents the most frequent typologies developed in various parts of the world, -especially in Spain and Europe-, numerous experiences are criticized with scientific criteria and some principles of action are proposed.

KEYWORDS: urban river sections; uncertainties; conflicts; innovation; sustainability

1. Introducción

Es bien conocido que los sistemas fluviales son muy dinámicos y que por el curso fluvial no solamente fluye el agua sino también sedimentos, nutrientes, semillas y seres vivos formando junto con sus riberas un sistema vital de enorme complejidad y dinamismo longitudinal y transversal.

Desde hace miles de años, las comunidades humanas asentadas junto a los ríos han tratado de encontrar los medios para atravesar el río, defenderse de las crecidas, aprovechar sus aguas o acceder a la lámina de agua con fines lúdicos y recreativos. Estos desafíos han estimulado la creatividad de los habitantes de las ciudades ribereñas y han sido un factor de progreso para las mismas (Celma y Pellicer, 2002). Pero también es cierto que, desde tiempos muy antiguos, los ríos han sido concebidos en muchos casos como vector de contagios, causa de inundaciones catastróficas o barrera física que limita la movilidad. Desde hace siglos, el urbanismo y la ingeniería higienista, estimulados por los avances técnicos del s. XX, han dejado muestras de su capacidad de dominio sobre los cauces y riberas especialmente las urbanas, generando soberbias obras de patrimonio arqueológico hidráulico junto a lamentables impactos sobre los ríos.

En la actualidad, la recuperación de los tramos fluviales en ámbitos urbanos cobra una nueva dimensión debido a la escala de las intervenciones, la riqueza y complejidad de los elementos que confluyen y el cambio de paradigma con que se abordan las relaciones entre las infraestructuras verdes y el resto de las infraestructuras urbanas. En cualquier caso, antes de iniciar cualquier actuación o proyecto es preciso analizar, desde una perspectiva integral, todos sus aspectos: hidráulicos, geomorfológicos, ecológicos, urbanísticos, deportivos, recreativos, turísticos, paisajísticos y simbólicos, procurando la compatibilidad entre todos ellos. Este trabajo analiza algunos casos, significativos de diversas tipologías de intervención.

2. Materiales y métodos

Esta nota técnica se basa en el conocimiento y la experiencia adquirida desde una visión geocológica y social a través del estudio de una amplia bibliografía científica internacional (Ureña

et al., 1999; Pecs, 1995; Bravard *et al.*, 1995; Bravard, 2002; Pellicer y Ollero, 2004; González del Tánago y García de Jalón, 2007; Alday y Jover, 2008), de la publicación de numerosos artículos científicos en revistas y congresos científicos; de la investigación aplicada y de la participación activa en el diseño y gestión de numerosos proyectos de planificación fluvial en diversas ciudades (Monclús, 2002; Pellicer, 2002; Pueyo *et al.*, 2017). La nota recoge una serie de casos significativos que son analizados de forma sintética, destacando los rasgos definitorios, los principales avances y los aspectos más críticos en función de criterios ambientales y sociales.

3. Casos de estudio: resultados y conclusiones

3.1 Sistemas convencionales de control de los ríos en las ciudades

La planificación e intervención en los tramos fluviales urbanos requiere un estudio de los antecedentes. En la mayoría de los casos, la degradación de los cursos fluviales deriva de la simplicidad de las respuestas unívocas, lineales e imperativas sobre la naturaleza y de la disfunción conjunta de diversas soluciones mal integradas. Los métodos tradicionales han tenido por objeto la protección contra inundaciones y consolidación de los terrenos colindantes. En los espacios fluviales urbanos, las metodologías tradicionales de encauzamientos y protección se han aplicado en la planificación considerando al río como cauce de desagüe independiente del resto del territorio fluvial y se han plasmado en obras de defensa con el fin de proteger las infraestructuras, los edificios y las instalaciones. Esta mirada sectorial ha supuesto el descuido de los aspectos ambientales del río y sus riberas. En consecuencia, a la hora de emprender nuevos proyectos, se impone la necesidad de conocer los antecedentes para evitar los errores y recoger lo mejor de las tradiciones y de los saberes acumulados (la cultura del lugar) e iluminarlos con los nuevos conocimientos, técnicas eficientes y nuevos paradigmas de actuación.

3.1.1 Los ríos desaparecidos. El control artificial de la escorrentía

En ciudades con extensas superficies impermeabilizadas en las que la capacidad de

drenaje resulta insuficiente, la solución tradicional consiste en la construcción de grandes obras de infraestructura (depósitos de retención, pozos de tormentas, y aumento de capacidad de grandes colectores subterráneos) que almacenan parcial y temporalmente la escorrentía fluvial. Las redes unitarias de depósitos de retención se utilizan para almacenar escorrentía pluvial no muy intensa o la escorrentía inicial de las precipitaciones intensas. En cualquier caso, para evitar inundaciones y sobre todo evitar el vertido directo de las aguas residuales urbanas y las escorrentías pluviales contaminadas al medio natural (Dolz, 2007). Se requiere un conocimiento profundo tanto de los hidrogramas como de los polutogramas, es decir, de los volúmenes de agua y de su calidad. Algunos ejemplos pueden ilustrar este apartado. En Osaka (J), un colector a 30-40 m bajo la superficie, de 6,5 m de diámetro y 12,5 km de longitud, facilita el drenaje de una superficie de 12 km². (Gómez Valentín, 2007). En Cornellá (Barcelona), una balsa de 50.000 m² y 4 m de calado, dotada de compuertas y una estación de bombeo, compatibiliza la función de control de la escorrentía con el uso como parque público (Pellicer, 2017)

En zonas densamente pobladas y con escaso espacio disponible, los colectores se sitúan a grandes profundidades para evitar afecciones a otras redes de servicios urbanos (ej. Metro) y se construyen como túneles. Es el caso, por ejemplo, del Colector Interceptor Oriental de Rieras de 6 km de longitud y 6 m de diámetro, más 2 km en un cajero circular de 7 conductos de 3,3 m de diámetro. La escorrentía natural conducida por las ramblas de Barcelona ha sido sustituida por una compleja y costosa infraestructura artificial.

3.1.2 Los ríos soterrados y ocultos

En muchas ciudades no es extraño encontrar ríos urbanos convertidos en malolientes cloacas de aspecto vergonzoso y olor inmundos. Desde muy antiguo, la respuesta más común ha consistido en soterrarlos, tanto por medidas de higiene como por preocupación estética (Verdanson en

Montpellier (F), Huerva en Zaragoza (E); Vena en Burgos (E), Darro en Granada...). En la mayor parte de los casos, el espacio fluvial ha sido ocupado por amplias avenidas destinadas al tráfico (De la Cal y Pellicer, 2002).

Recuperar estos ríos y convertirlos en espacios urbanos de calidad es una tarea nada fácil debido al escaso espacio disponible y a las invasiones del espacio fluvial por infraestructuras y edificaciones. No obstante, hay casos como el del río Cheong Gye Cheon, en Seúl, que resultan esperanzadores. El río de la capital de Corea del Sur fue cubierto a mediados del siglo XX para prevenir epidemias y problemas de salud pública y se apostó por construir una autopista encima del cauce. Sin embargo, en 2005 se decidió desenterrarlo y devolverlo a un estado más natural (Križnik, 2010).

El proyecto presentado en la IX Bienal de Arquitectura de Venecia en 2004 causó un verdadero impacto y recibió el primer premio entre los proyectos internacionales que se presentaron en el pabellón flotante de la *Cittá d'Aqua*. Seúl eliminó la autopista elevada y restauró el flujo de agua que había sido canalizado con losas de hormigón. La restauración del área de Cheong Gye Cheon de 11 km de largo fue parte de la estrategia de la ciudad para reintroducir la naturaleza en el entorno urbano, resaltar la identidad del sitio, promover el turismo y fortalecer el desarrollo económico del área circundante. La prestación de servicios ecosistémicos del nuevo río no se hizo esperar, el parque lineal resultante condujo a una reducción del efecto isla de calor y una disminución de la contaminación del aire, a la vez que se revitalizó la economía y convirtió el espacio fluvial en receptor de ciudadanos deseosos del encuentro con la naturaleza. La recuperación del río Cheong Gye Cheon es una gran lección para la innumerable cantidad de ciudades que buscan estrategias para revitalizar sus centros y mejorar la calidad de vida de sus habitantes (FIGURA 1). Cursos de agua que fueron alguna vez cubiertos como una solución ahora cuestionada, tienen una segunda oportunidad de redescubrirse).

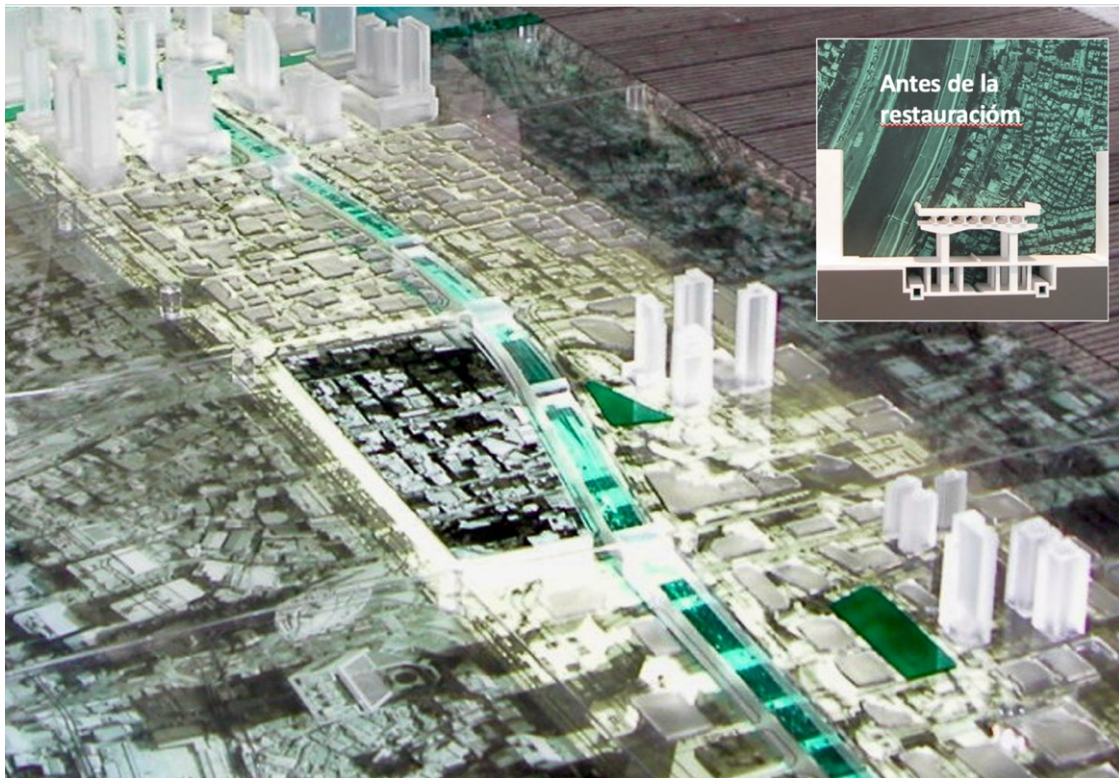


FIGURA 1. Proyecto del río Cheong Gye Cheon en Seúl. Fuente: los autores (2004)

3.1.3 Los ríos encajonados entre muros

Cuando el problema viene por el peligro de los desbordamientos y las inundaciones consiguientes, los cauces han sido encajonados entre muros de hormigón (Manzanares en Madrid; Isuela en Huesca; Piles en Gijón, Besós en Barcelona, Segura en Murcia). Este modelo, eficaz como sistema de evacuación de crecidas fluviales, ha sido profusamente empleado en las zonas urbanizadas y especialmente en ríos torrenciales y ramblas mediterráneas. En los proyectos de renaturalización que buscan una relación más estrecha entre la ciudad y el río, conforme al nuevo paradigma de la restauración fluvial, buena parte de estas infraestructuras permanecen mejor o peor disimuladas e integradas debido a su eficacia y a las servidumbres históricas asociadas.

Se han ensayado formas para facilitar el acceso a los cauces, muros verdes y otras formas de ajardinamiento, pero el carácter torrencial de las avenidas arrasa con todo y dificulta enormemente la renaturalización. En estos casos hay que recurrir a la obra civil, porque hay poco margen de maniobra (De la Cal y Pellicer, 2002).

3.1.4 Los ríos desterrados de la ciudad

Los ríos que representan una amenaza extrema para la ciudad llegan a ser expulsados de la misma con el objeto de someterlos a la dictadura de la evacuación rápida de las aguas. El Plan Sur de Valencia es un caso bien significativo. Después de las trágicas inundaciones que padeció la ciudad en 1957, el Consejo de Ministros aprobó en 1958 la propuesta del Plan Sur para la desviación y encauzamiento del río Turia. La 'Solución Sur' sacó el Turia de la ciudad mediante un nuevo cauce de 12.692 m de longitud y 200 m de anchura, entre Manises y Pinedo. La capacidad de avenamiento, 5.000 m³/s supera en un 35% la onda de crecida máxima registrada en la riada de 1957.

Evidentemente, el trazado del nuevo cauce supuso transformaciones drásticas sobre la huerta Sur (propiedad, red de acequias históricas, caminos y carreteras) y explica en buena medida el desarrollo urbanístico de la ciudad en las últimas décadas. El antiguo cauce del río Turia en Valencia estuvo a punto de convertirse en una autopista urbana muy del gusto de los años sesenta del s. XX, pero felizmente acogió equipamientos urbanos como el Palau de la Música o la Ciudad de las Ciencias en un entorno

de parques, aunque lamentablemente no mantuvo la memoria del río que en estos momentos se reivindica. Así, el alcalde de Valencia, Joan Ribó, en el III debate del Estado de la ciudad (2019) afirmó: "*València quiere volver a tener río*" [...]. "*Como toda ciudad con río, València ha tenido una historia de amor y odio con el Turia; recuperar nuestro río es en parte recuperar nuestra historia*".

El Ayuntamiento de Valencia tiene la idea de convertir el nuevo cauce en el eje que una el jardín del viejo cauce con el incipiente Parque de Desembocadura y con la Albufera (De la Cal y Pellicer, 2002; Pellicer, 2002).

3.1.5 Los ríos convertidos en espejos o espejismos

Las ciudades adoran verse reflejadas en las láminas de agua y proyectar la imagen de sus mejores monumentos sobre el espejo brillante del río. Es el caso, por ejemplo, del río Lez en Montpellier (F). En realidad, el pequeño río Lez llega prácticamente exhausto de caudal a las puertas del casco urbano, después de abastecer con sus aguas a la propia ciudad, a las urbanizaciones y a los campos agrícolas de la cuenca superior. Poco antes de entrar en la ciudad, el Lez recibe aguas del canal de Midi para representar el espectáculo del espejo en el barrio de Antigone y reflejar el Palacio de la Región, escenario de la renovación urbanística de la ciudad (De la Cal y Pellicer, 2002).

Este efecto, fuera del río pero próximo a él, ha sido magistralmente interpretado por el paisajista Michel Corajoud en Burdeos. Evidentemente, el espejo de agua de Burdeos ha de entenderse como una evocación artística y no como un espacio fluvial.

3.2 Luces y sombras del nuevo paradigma para intervenir en los espacios fluviales urbanos

Afortunadamente, en el s. XXI y en numerosas ciudades del mundo, el paradigma de 'dominar la tierra' y 'luchar contra' los ríos está cambiando y hoy se busca el 'trabajo con la naturaleza' incorporando la dinámica natural, la biodiversidad y la mejora de la calidad ambiental de las masas de agua en los proyectos de restauración, recuperación y renaturalización de los sistemas

fluviales urbanos en los que se incluye el ser humano y sus actividades recreativas y deportivas. Se trata en definitiva de aprovechar los ríos para crear entornos saludables y apacibles en las ciudades. Así, en el momento actual, los estudios subrayan la necesidad de comprender la dinámica de un río, y entender que es parte de un sistema más complejo y que estos espacios no deben considerarse solamente cauces de desagüe, ni tampoco espacios para el paisajismo

Los proyectos deben adoptar medidas que procuren el mantenimiento de los flujos naturales y la biodiversidad, pero teniendo muy en cuenta, además, las servidumbres históricas, la seguridad hídrica, las necesidades y deseos de los ciudadanos y el patrimonio cultural. Es decir, deben integrar los elementos culturales adaptados al régimen y a las incertidumbres del sistema fluvial.

La rentabilidad económica y social de las infraestructuras ribereñas es función de la polivalencia y de su aptitud para satisfacer el abanico más amplio posible de gustos y necesidades del mayor número posible de usuarios que se convierten así en clientes de las prestaciones ofrecidas por el lugar. En el futuro, los progresos ligados a la depuración de las aguas y la regeneración de los cauces y riberas se traducirán en el retorno de la pesca, el paseo en barco, las excursiones, los deportes náuticos o el baño en playas fluviales y en el aprovechamiento de amplias superficies como parques; acciones éstas que restituyen funciones ecológicas a los ríos a la vez que propician servicios ecosistémicos y el encuentro de las comunidades humanas en grandes espacios abiertos, libres y gratuitos.

Uno de los objetivos prioritarios consiste en facilitar el acceso a la lámina de agua del gran público. En el espacio fluvial urbano debe haber gradas, escaleras, rampas y cualquier forma que permita el acercamiento al agua, para poder tocarla, entrar y salir de ella, en definitiva, de utilizarla, y no sólo a los miembros de corporaciones privadas (clubes deportivos, restaurantes...) sino al conjunto de la ciudadanía. Se presentan a continuación algunos casos significativos.

El Proyecto Madrid Río, es el plan promovido por el Ayuntamiento de Madrid para la recuperación

del Río Manzanares, una de las intervenciones de mayor interés y complejidad desarrolladas en España. El elemento articulador y estructural es el río Manzanares, encajonado en la fase preoperacional por el viario de la M-30.

Se trata de un proyecto de transformación urbana integral con el doble objetivo de, por una parte, mejorar las condiciones del tráfico y eliminar sus principales impactos ambientales (acústico, visual, de contaminación), y por otra, liberar amplios espacios entre el río Manzanares y los bordes de la ciudad construida para crear un gran corredor ambiental. Este plan se configuraba en dos fases:

Fase 1: Proyecto Calle 30. Se inició en septiembre de 2004 y tenía como objeto la planificación y construcción de un túnel urbano, soterrando un tramo de la vía de circunvalación M-30, uno de los anillos que circundan la ciudad y liberando de las servidumbres del tráfico una franja de terreno a ambos lados del río. El túnel incorpora sistemas de ventilación de filtro para eliminar la contaminación producida por los vehículos que circulan por él.

Fase 2: Proyecto Madrid-Río. Su objetivo consiste en el diseño y construcción en los terrenos liberados de la autopista a lo largo de las orillas del Manzanares dando continuidad longitudinal a un extenso corredor de nuevos espacios verdes, parques, zonas infantiles y espacios de recreo desde el Monte del Pardo a Getafe. Al mismo tiempo, conecta transversalmente los dos lados de la ciudad y permite el acceso a las orillas y el cruce peatonal del río. Una densa trama de sendas ciclables, pistas deportivas de patinaje, skate, escalada, fútbol, fútbol sala, pádel, tenis, baloncesto y ciclismo BMX, áreas de juegos infantiles, pistas de petanca, plataformas de eventos culturales (Puente del Rey y Matadero y un Centro de Interpretación del Río Manzanares) más el Complejo Cultural de Matadero Madrid ubicado en las proximidades.

Sin embargo, esta extraordinaria transformación urbanística del Manzanares en Madrid (España), presenta algunos elementos que chirrían con el nuevo paradigma de intervención que se publicita como modelo de naturalización. El cauce 'naturalizado' diseñado por Ecologistas en Acción se asemeja bastante a una pecera o un

terrario completamente artificiales. El cauce está limitado en todo el espacio intervenido (6 km de longitud) por muros verticales y rectilíneos de hormigón que ejercen de barrera infranqueable con las zonas ajardinadas que, pese a su extraordinario interés como eje de la infraestructura verde de Madrid, poco o nada tienen que ver con el paisaje fluvial.

Estos muros son herencia de intervenciones precedentes (1955) de tipo higienista que convirtieron el río en un sistema escalonado de estanques separados por represas móviles que procuraban espejos de agua. El vaciado de los estanques, promovido por los planificadores recientes, ha llevado consigo la aparición del sustrato del lecho y la colonización del cauce por especies vegetales y animales propias de estos espacios biológicamente muy productivos.

Pero los flujos hídricos han perdido el carácter propio del régimen de crecidas y estiajes propios de un río mediterráneo como era en su origen. Los caudales circulantes se nutren en gran medida de los aportes de las aguas emitidas por las depuradoras.

Así resulta que la vegetación espontánea es la propia de un río de aguas tranquilas y los carrizos y las aneas se instalan donde probablemente crecerían los sauces adaptados a las corrientes entre flechas de gravas. Por otra parte, la participación de la especie dominante del lugar (el ser humano) queda relegada a la mera contemplación desde un palco. Imposible mojarse los pies o bañarse.

Sin duda, la dicotomía entre el cauce y los parques aledaños es uno de los aspectos más criticables de Madrid-Río. Por otra parte, el mantenimiento de la cubierta vegetal que crece en el cauce obliga a continuas siegas, podas y limpiezas que requieren costosos aportes económicos y energéticos. La anunciada sostenibilidad económica resulta bastante cara (FIGURA 2).



FIGURA 2. Madrid-Río. Renaturalización del cauce. Fuente: Los autores (2022)

3.2.2 El Proyecto de rehabilitación y renaturalización del curso bajo de los ríos Piles y Peñafrancia. Gijón (E)

Las experiencias realizadas en otras ciudades y ríos en los últimos años nos muestran las dificultades en la toma de decisión pública frente a la ordenación de los cauces y las riberas. Surge de inmediato el dilema de, por una parte, mantener y revalorizar ecológicamente estos espacios tratando de restituir gradualmente los ríos a un estado originario imposible (el territorio fluvial invadido por el desarrollo urbano), y, por otra, se observa que la regeneración de los ecosistemas fluviales urbanos puede expulsar a

los usuarios tradicionales (deportes náuticos, pesca...) y amenazar al patrimonio cultural.

La recuperación ambiental del río Piles a su paso por Gijón con la inclusión compatible de los usos deportivos náuticos, representa un importante desafío para la ciudad. El estado hidrobiológico e hidrogeomorfológico del río Piles en el tramo urbano de Gijón, tras décadas de agresiones ambientales y abandono, presenta episodios de alta contaminación en la zona intermareal desde el Anillo Navegable de Gijón hasta la desembocadura en la playa de San Lorenzo. La carga contaminante procede de los aliviaderos de la red unitaria de aguas residuales y pluviales (FIGURA 3).



FIGURA 3. Encauzamiento del río Piles en Gijón. Fuente: Los autores (2021)

Para abordar la problemática del río Piles, el Ayuntamiento de Gijón desarrolló un Plan de Acción basado en informes técnicos de la Empresa Municipal de Aguas (EMA) y la Confederación Hidrográfica del Cantábrico (CHC) y de estudios contratados a la ingeniería UVANT (2019-2020).

Desde el primer momento, el Plan de Acción municipal plantea 'la supresión definitiva de las compuertas que permite embalsar el anillo navegable' y el desarrollo de 'un proyecto de restauración y recuperación fluvial del tramo afectado por el anillo navegable y la zona urbana del río Piles y Peña Francia' que llevan consigo la desaparición de la práctica deportiva en la confluencia de los ríos Piles y Peña Francia. Posteriormente, el Ayuntamiento de Gijón ha recibido un informe elaborado por Ecologistas en Acción (2020) 'Plan de Naturalización y Restauración Ambiental del Río Piles a su paso por la ciudad de Xixón (Asturias)' y los estudios encargados a la Universidad de Oviedo (2020) sobre el 'Nivel de salubridad de las aguas continentales y litorales de Gijón' y la Universidad Politécnica de Madrid (2021) sobre 'Diagnóstico ambiental y propuestas de actuación para la rehabilitación y/o renaturalización del curso bajo de los ríos Piles y Peña Francia en el concejo de Gijón (Asturias)'.

La decisión municipal ha desatado una fuerte oposición social que ve peligrar la práctica del piragüismo, un deporte emblemático de Gijón que proyecta la imagen de la ciudad a nivel internacional. Desde la sociedad civil, el Real Grupo Cultural Covadonga (RGCC) que comparte con el Ayuntamiento de Gijón la preocupación por la contaminación de las masas de agua que amenazan el desarrollo de las actividades deportivas y recreativas en anillo navegable y la playa de San Lorenzo, se ha sumado a los esfuerzos de la entidad municipal y asume su corresponsabilidad, apoyando cuantas medidas sean necesarias para la recuperación y mejora de las aguas y los cauces del río Piles y Peñafrancia pero a la vez subraya el valor social y deportivo del anillo navegable como equipamiento público de la ciudad y se opone a su cierre (Pellicer *et al.*, 2021).

Al efecto, el RGCC ha encargado estudios complementarios a los del ayuntamiento con el

objeto de contribuir a la búsqueda de alternativas que hagan compatible la recuperación del curso fluvial y sus riberas con el disfrute de unas instalaciones deportivas saludables y sostenibles en un contexto plenamente urbano.

El Ayuntamiento de Gijón se ha cerrado en su planteamiento inicial apoyándose en la presunta existencia de cianobacterias tóxicas en el anillo navegable, hecho que se probó científicamente no era peligroso por sus concentraciones irrelevantes según la OMS. Por otra parte, la eliminación de barreras transversales al cauce para facilitar el flujo de los caudales líquidos y sólidos parece imponerse como precepto de la Directiva Marco del Agua, sin tener en cuenta los principios emanados del concepto de la transición ecológica ('La transición ecológica no será justa si hace prevalecer el criterio ambiental sobre la capacidad del sistema para mantener las actividades humanas. La transición ha de ser justa e integradora, dando prioridad a la dimensión humana' o la Agenda Urbana Española ('Los retos globales de todo tipo, sociales, medioambientales, culturales, económicos y de salud (...) deben abordarse dentro de las ciudades y mediante estrategias de carácter integrado y holísticas').

Por otra parte, ha de tenerse en cuenta que, en cualquier proyecto de recuperación fluvial en tramos urbanos, la existencia de entidades y equipamientos deportivos y culturales junto al río deben considerarse como elementos estructurantes y garantes de la operación de la rehabilitación fluvial. Forman parte del patrimonio a conservar, mejorar y proteger.

Romper los lazos tradicionales de la ciudad con su río es un auténtico despropósito e imponer un modelo de marcado sesgo 'naturalista' y político, ignorando otras propuestas sociales e impidiendo la participación es de una torpeza imperdonable. El conflicto generado por la gestión del Proyecto de renaturalización del río Piles ha saltado al ámbito jurídico y el Ayuntamiento de Gijón ha recibido varias sentencias judiciales contrarias a los procedimientos y adjudicaciones de contratos efectuados por el Consistorio.

3.2.3 Riberas del río Ebro en Zaragoza (E)

La ciudad de Zaragoza, aprovechando la oportunidad de la Exposición Internacional de

2008, se planteó una nueva relación con el río Ebro que transformara las riberas vacías, inaccesibles, degradadas e inseguras en lugares atractivos de encuentro, intercambio y representación (Pellicer, 2008). Las obras públicas en el Ebro se concibieron como equipamientos fuertes y estructurantes en los que primara la complementariedad de diversas funciones. Desde 2008, el corredor urbano del Ebro constituye la espina integradora de la ciudad histórica y los nuevos barrios de la margen izquierda. El río se ha convertido en lugar de confluencia entre las diferentes fuerzas urbanas que han acabado convirtiendo lo que fue un cauce-barrera en lugar de encuentro de personas de toda clase y condición, las riberas vacías en espacios intensamente ocupados y los necesarios diques frente a las inundaciones en parques lineales. El

proyecto se desarrolló conforme a unos objetivos muy claros: garantizar la evacuación de los caudales de la cuenca superior, defender la población y los bienes de la ciudad extendida sobre la llanura de inundación, devolver la naturalidad del paisaje y aprovechar las energías del sistema natural, mantener y potenciar el patrimonio cultural, procurar la diversidad en la forma y en el tratamiento de los distintos tramos en función de sus características naturales y culturales, facilitar la accesibilidad al espacio y la continuidad longitudinal y transversal de los paseos, promover e integrar funciones múltiples y compatibles para satisfacer los gustos y necesidades de los ciudadanos y garantizar su rentabilidad en términos ecológicos, sociales y económicos (FIGURA 4), (Pellicer, 2018 y 2018a).



FIGURA 4. Parque del agua, Zaragoza. Fuente: Los autores (2013)

Los espacios naturales y las riberas restauradas presentan un excelente estado gracias al acertado diseño y ejecución de las obras que han incorporado la dinámica natural contando con las fuerzas propias del lugar y procurando una evolución natural sin apenas aportes económicos.

Las obras de recalibrado del cauce, retranqueo de motas y consolidación de defensas hidráulicas realizadas con el Plan de Acompañamiento de la Expo se hicieron con el objetivo de proteger a Zaragoza de las inundaciones con período de retorno de 100 años. Se basaron en los estudios realizados por el centro de investigación más

avanzado y riguroso del momento, el CEDEX, en 1997. Actualmente, la ciudad de Zaragoza está razonablemente defendida de las inundaciones extraordinarias (Témez, 2002). No obstante, los estudios para el Plan de Gestión de Riesgos de Inundación (PGRI) del Ebro de 2016 ponen de manifiesto que las defensas construidas en 2008 no serán suficientes para avenidas con período de retorno superior a 50 años.

Las obras de defensa tienen un marcado carácter polifuncional de modo que quedan integradas con los jardines lineales, los equipamientos recreativos y la red de paseos y

senderos que conectan la ciudad con el río. La continuidad longitudinal de los caminos y transversal (puentes y pasarelas) es uno de los puntos fuertes de la intervención en las riberas, de modo que estas pueden recorrerse en su integridad por ambas orillas en la totalidad del tramo urbano del Ebro, e incluso prolongarse hasta el Galacho de Juslibol y el Galacho de la Alfranca.

La recuperación del Dominio Público Hidráulico como garantía de la continuidad de los parques y los recorridos ha supuesto uno de los principales conflictos. Corporaciones privadas hicieron valer viejos privilegios y ocupaciones que han sido posteriormente validadas por el poder judicial, obligando a Zaragoza a satisfacer indemnizaciones millonarias, aunque en ningún caso lograron romper la continuidad de los espacios públicos ribereños (Pellicer y Sopena, 2019)

Una de las intervenciones que más conflicto científico, social y político ha generado, ha sido la construcción de la represa llamada Azud de Lorenzo Pardo, un proyecto municipal de muy larga trayectoria, reivindicado por los usuarios del río y asociaciones deportivas, analizado y estudiado en sus dimensiones ambiental, social y urbanística y recogido en el Plan General de Ordenación Urbana (2002) aprobado por unanimidad por todas las fuerzas políticas del Ayuntamiento de Zaragoza, pese al rechazo de algunas organizaciones ecologistas y partidos sin representación en el consistorio en aquel momento.

El azud es una represa de compuertas abatibles, tiene una altura de 2,67 m desde el cauce a la coronación de las compuertas y una cimentación desde la base de 7,17 m. Tiene una longitud de 207,80 m y 7 compuertas abatibles con accionamiento oleohidráulico. Está sobrevolado por una pasarela de 10,10 m de ancho que comunica los barrios de Las Fuentes y Vadorrey. Las compuertas abatibles permiten una gestión adecuada de los caudales y no representan ningún obstáculo para el paso de agua de sedimentos en las crecidas.

La cota de máximo nivel normal de la lámina de agua es de 189,67 m, inferior a la prevista en el proyecto inicial, constituye el nivel de referencia para el Puerto fluvial y los paseos longitudinales más bajos pero limita la navegabilidad a 1.600 m de longitud y ha sido el principal impedimento

para la ansiada navegación turística. Sin embargo, el remanso proporcionado por el azud es muy apreciado por los deportistas náuticos y usuarios ribereños del Ebro (Pellicer y Sopena, 2019)

El proyecto integral de las riberas del Ebro quedó truncado por la crisis económica, política y social del 2008 que impidió el desarrollo del tramo oriental apoyado en la Exposición de Horticultura de 2014, denominada Expopaisajes, que finalmente no pudo celebrarse. Así, el pretendido equilibrio con dos polos periféricos al Oeste (parque del Agua) y al Este (Desembocadura del río Gállego y Orla Este) de la ciudad no pudo lograrse. El barrio de las Fuentes, tradicionalmente asentado sobre la huerta que le dio nombre, quedó drásticamente separado de ella con la construcción de la ronda ferroviaria y por el tercer cinturón. Desde hace décadas se viene reclamando la constitución de un parque agrícola y un anillo verde con la intención de generar dinámicas de reconciliación funcional y espacial entre estas dos condiciones rural-urbana que nunca debieron amputarse de manera tan drástica.

3.2.4 Río Isar en Múnich

Históricamente las riadas del río Isar en Múnich provocaban numerosas muertes y destruían infraestructuras y puentes, así que no es de extrañar que la idea de controlar el río venga de lejos. En el s. XIX, Baviera se convierte en un estado con capital en Múnich. La ciudad crece y se despoja de las murallas obsoletas, incorpora nuevas áreas residenciales y crea un nuevo centro en torno a la Residencia Real. Se abre el *Bulevard de Maximilianstrasse* y el río pasa a ocupar un lugar central y se transforma en un gran parque de ribera. Las crecidas del río Isar obligan a importantes obras de defensa y encauzamiento que, por otra parte, favorecerán la ocupación de ambas riberas y la edificación de equipamientos en las islas como el Deutsches Museum fundado en 1903 (Sopena, 2013). Al amparo de los avances tecnológicos, comienzan los proyectos de canalización y encauzamiento propios de esa época por un canal de sección constante de 50 m. La nueva dinámica hidráulica se pretende controlar con la construcción de pequeñas represas transversales a la corriente cada 200 m. Así el río queda constreñido en una sección constante e inamovible.

A principios del siglo XX continúan las obras en el cauce y se crean nuevos canales con saltos

hidroeléctricos para abastecer de energía a las fábricas instaladas junto a las riberas. En 1959, el control de las aguas se incrementa con la construcción de la presa de Sylvenstein, 80 km aguas arriba, con la doble función de almacenar agua y aplanar el pico de las crecidas. Pero conforme se domina el río con presas, muros y caudales constantes, la calidad de las aguas, el ecosistema fluvial y el paisaje se degradan.

A finales de la década de los 50, Múnich supera el umbral de un millón de habitantes y el crecimiento exige una planificación integrada del desarrollo urbano basada en criterios científicos y técnicos. A partir de la década de los 60, los ciudadanos, afectados por el alto precio de la vivienda, hicieron valer sus necesidades y deseos frente a los planificadores y pronto surgió el Foro de discusión de las cuestiones de desarrollo urbano de Múnich. La participación pública, financiada en parte por las administraciones públicas, cobró un peso específico. Especialmente a partir de 1973, el modelo de desarrollo urbano va a estar fuertemente influenciado por las ciencias sociales (Sopena, 2013).

Baviera se ha erigido como modelo a seguir en la gestión del agua y de los cursos fluviales conforme a los principios de la Agenda 21 de Río de Janeiro (1992), procurando trabajar conjuntamente las administraciones, las empresas y la ciudadanía. En 1995 se lanzó el proyecto de restauración bajo el lema "Nueva vida para el Isar" con el objeto de garantizar y mejorar la protección frente a inundaciones, recuperar del buen estado ecológico del río, mejorar la calidad del agua y procurar unas las orillas donde la ciudadanía pudiera disfrutar del ocio y de las actividades recreativas.

Fruto de una demanda creciente de entornos urbanos más próximos a la naturaleza, la restauración del río Isar a lo largo de 8 km en la ciudad de Múnich es un logro espectacular en su capacidad para adaptarse tanto a las grandes inundaciones que afectan regularmente al área como al alto uso recreativo, al tiempo que mejora la biodiversidad.

El proceso de implantación del Isar Plan en Múnich ha sido largo (1995-2011), complejo y costoso pero los resultados han sido excelentes y puede afirmarse que el proyecto del Isar es un ejemplo emblemático de restauración de ríos en ciudades. El proyecto Isar-Plan, encabezado por la ciudad de Múnich y la Junta de Aguas de Baviera, representa un nivel sin precedentes de cooperación interdisciplinar. Los gestores municipales y los del estado de Baviera, a través de la Agencia del Agua, crearon un grupo de trabajo (AG Isar Plan) en el que se involucró a otros responsables de departamentos afines como construcción, urbanismo y medio ambiente.

En las primeras fases, la Agencia Estatal del Agua emprendió una serie de acciones encaminadas a ensanchar el cauce creando una sección hidráulica adecuada, eliminando muros de hormigón y aportando gravas. Se incorporó materia vegetal muerta (troncos y tocones) para crear nuevos hábitats para animales y plantas. Se aterrizaron algunas praderas para facilitar el acceso de las personas al agua. Se sustituyeron los antiguos diques transversales por barreras de escollera. Finalmente, la calidad de las aguas se mejoró mediante la incorporación de tratamientos con rayos ultravioletas (Binder, 2004), (FIGURA 5).



FIGURA 5. Cauce y riberas del río Isar en Múnich. Fuente: Los autores (2021)

Para el tramo más urbano se lanzó el concurso 'Isarplan BA5' y se trabajó en la consecución de un consenso público en el balance 'naturaleza' y 'artificio', entre un paisaje renaturalizado y los usos lúdicos y recreativos. La propuesta ganadora, encabezada por la paisajista Irene Bukhardt, gran conocedora del río Isar. El proyecto de Burkhardt valora el dramatismo de un paisaje pintoresco y romántico, entre urbano y salvaje, donde la vegetación espontánea juega con los rápidos del río y los saltos de agua de los azudes. Se pretendía un diseño paisajístico integral, una apariencia naturalista pero netamente urbano. Pero la propuesta generó una gran controversia y la opinión pública rechazó la propuesta. Finalmente se llegó a un consenso incorporando además el proyecto que había quedado segundo, bajo la tutela estrecha del Ayuntamiento y en colaboración con las ONGs. La confluencia de los equipos resultó estrecha y enriquecedora, uniendo la ingeniería civil y la arquitectura paisajística, con el liderazgo político y la participación social (Sopena, 2013).

El público, especialmente desde que se implicó en el desarrollo de los trabajos de planificación, ha recibido con agrado los resultados y valoran positivamente la integración de la apariencia natural y la recuperación de las funciones ecológicas con un amplio hábitat para la flora y la fauna y áreas de recreación, asegurando al mismo tiempo la protección frente a las inundaciones.

Sin embargo, las soluciones adoptadas a lo largo de este proceso presentan nuevos desafíos. El río interactúa con las nuevas obras de renaturalización y las crecidas arrastran las gravas aportadas y destruyen numerosas pequeñas infraestructuras. La estética artificial de la renaturalización requiere técnicas sofisticadas y costosas.

4. Conclusiones

El análisis de casos efectuado permite plantear algunas conclusiones necesariamente orientativas, pues no caben recetas para proyectos tan singulares como el tratamiento de los ríos en su paso por las ciudades. Aunque sí que pueden esbozarse algunos principios generales, algunos de obligado cumplimiento.

Como punto de partida, las ciudades deben dejar pasar las avenidas fluviales de la cuenca superior. Los eventos hídricos extremos de

inundaciones y sequías, incrementados en su frecuencia e intensidad por el cambio climático, introducen una incertidumbre creciente que hay que tener en cuenta como principio de precaución.

Frente a postulados de extremo naturalismo, es sensato admitir que las zonas densamente habitadas deben protegerse frente a las inundaciones con obras civiles estructurales de defensa, con la consiguiente pérdida de naturalidad en algunos tramos del río. Se considera necesario proteger los núcleos de población frente a las avenidas con un período de retorno de 100 años.

Los ríos son el soporte de las infraestructuras verdes territoriales y alcanzan especial significación cuando atraviesan las ciudades. Las mallas verdes y azules de los cauces y riberas pueden aprovecharse como elementos estructurantes y necesariamente continuos para procurar a la ciudad un buen engranaje con el territorio rural y natural.

Los corredores fluviales son muy productivos desde el punto de vista natural. En muchos casos puede prescindirse de las plantaciones. Basta una adecuada restauración del modelado hidrogeomorfológico y de los suelos para que surjan espontáneamente formaciones vegetales riparias de elevada naturalidad. Cuando las condiciones naturales se han alterado profundamente con obras de ingeniería civil, la 'renaturalización' de la flora puede llevar consigo la obstrucción del cauce por sedimentos y plantas y un incremento de la inundabilidad. El mantenimiento artificial de la vegetación en los cauces canalizados representa unos costes elevados.

Los complejos proyectos de recuperación de espacios fluviales en los entornos urbanos han de tener en cuenta el conjunto de la cuenca y deben tener un alcance territorial.

La polivalencia en el diseño y explotación de las intervenciones repercutirá en la mejor administración de los recursos disponibles para su mantenimiento.

El paisaje fluvial urbano es el resultado de largos procesos de interacción entre los procesos naturales y las intervenciones humanas. Fruto de ello son numerosas obras del patrimonio arqueológico hidráulico (puentes, instalaciones industriales, sistemas de defensa, construcciones

emblemáticas, instalaciones deportivas), verdaderas joyas de nuestros ríos urbanos. Cabe añadir otras formas del patrimonio cultural intangible como la presencia de entidades humanas que buscan junto al río el bienestar y el espacio para el ocio y el deporte. El desprecio de estos valores bajo postulados sesgadamente 'naturalistas' es inadmisibles. Los principios de la Directiva Marco del Agua, de la Agenda Urbana Europea, el Pacto Verde o de la Transición Ecológica subrayan el valor de la conservación de

este patrimonio social y la necesaria participación de la ciudadanía en el diseño y gestión de los espacios fluviales.

Un expresivo índice de la calidad y éxito de los proyectos viene reflejado por el grado de apropiación y disfrute por la población de los nuevos espacios regenerados. La generación de funciones adaptadas al medio debe ir acompañada de actividades de educación ambiental y una reglamentación cuidadosa del uso y disfrute de los espacios fluviales.

5. Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto de I+D+i PID2021-124296NB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER "Una manera de hacer Europa". Igualmente debe entenderse como parte de las actuaciones que el Grupo de Investigación AGUDEMA (Agua, Derecho y Medio Ambiente, Grupo de referencia S21_23R, BOA 80, de 28 de abril de 2023), desarrolla con financiación del Gobierno de Aragón

6. Nota

Este trabalho foi apresentado no VII Workshop da Rede Ibero-americana de Observação Territorial (RIDOT), realizado nos dias 27 a 29 de março de 2023, em Curitiba, Brasil, no eixo temático 5: Ambiente e Território: Sustentabilidade e Adaptação.

7. Referencias citadas

- ALDAY, I. y M. JOVER. 2008. *El Parque del Agua Luis Buñuel*. Actar. Barcelona, España.
- BINDER, W. 2004. Restoration of rivers and floodplains in Bavaria. *3er European Conference on River Restoration*, 27-32. Zagreb, Slovenia.
- BRAVARD, J. P. 2002. "La gestión de los ríos en el medio urbano: tendencias francesas". En: DE LA CAL, P. y F. PELLICER (Coords.), *Ríos y Ciudades. Aportaciones para la recuperación de los ríos y riberas de Zaragoza*, pp. 211-228. Institución Fernando el Católico (CSIC). Excma. Diputación de Zaragoza. España.
- BRAVARD, J. P.; LAURENT, A. M.; DAVALON, J. et J. BETHEMON. 1995. "Les paysages de l'eau aux portes de la ville. Programme Rhône-Alpes de Recherche en Science Humaines". Centre Jacques Cartier. France.
- CELMA, J. y F. PELLICER. 2002. "Epílogo". En: DE LA CAL, P. y F. PELLICER (Coords.), *Ríos y Ciudades. Aportaciones para la recuperación de los ríos y riberas de Zaragoza*, pp. 387-390. Institución Fernando el Católico (CSIC) Excma. Diputación de Zaragoza, España.
- DE LA CAL, P. y F. PELLICER. 2002. *Ríos y Ciudades: Aportaciones para la Recuperación de los Ríos y Riberas de Zaragoza*. Institución Fernando El Católico. Zaragoza, España.
- DOLZ, J. 2007. "Grandes colectores. Criterios hidráulicos de diseño". En: M. GÓMEZ VALENTÍN, *Hidrología Urbana*. Flumen. Dinàmica fluvial i ingenyeria hidrológica. Barcelona, España.

- GOMEZ VALENTIN, M. 2007. *Hidrología Urbana*. Flumen. Dinàmica fluvial i ingenyeria hidrológica. Barcelona, España.
- GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. y D. GARCÍA DE JALÓN. 2007. *Restauración de Ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos*. Centro de publicaciones. Secretaría General Técnica. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, España.
- KRIŽNIK, B. 2010. "Urban regeneration in global Seoul: New approaches, old divides". *Wiener Beiträge zur Koreaforschung*, 2(1).
- MONCLÚS, F.J. 2002. "Ríos, ciudades, parques fluviales, corredores verdes". En: P. DE LA CAL y F. PELLICER, F. (Coord), *Ríos y Ciudades. Aportaciones para la recuperación de los ríos y riberas de Zaragoza*, pp. 11-31. Institución Fernando el Católico (CSIC) Excma. Diputación de Zaragoza. España.
- PECSI, R. 1995. La interfase urbano-costera y urbano-rural. Planificación y proyectos. Estrategia a largo plazo para la dotación verde de la ciudad. La formación. Ponencias y comunicaciones. *XXII Congreso Nacional de Parques y Jardines. PARJAP, 95*, Ajuntament de Valencia, 109-151. España.
- PELLICER, F. 2018. Dinámica natural y ocupación del suelo en la llanura de inundación del Ebro en Zaragoza. Sequía e inundaciones como fenómenos hidrológicos extremos. XXII Jornadas de Derecho de Aguas, pp. 403-24. Prensas Universidad de Zaragoza. España.
- PELLICER, F. 2018a. Los paisajes del Ebro en las puertas de la ciudad de Zaragoza. *Actas II Congreso Internacional ISUF-H. Ciudad y formas urbanas. Perspectivas transversales*, vol. 7, 117-31. Prensas Universidad de Zaragoza. España.
- PELLICER, F. 2017. "La ciudad en el agua. El ciclo del agua en la interfase urbana y paisaje". En: C. ÁVILA y P. J. DE LA CAL, *ciudadpaisaje/landscapecity*, pp. 16-31. Prensas Universitarias de Zaragoza. España.
- PELLICER, F. 2008. "Expo Zaragoza 2008: la metamorfosis de las riberas del Ebro". Zaragoza: *Revista de Economía Aragonesa*, 37, 63-83.
- PELLICER, F. 2002. "Ordenación paisajística de espacios fluviales mediterráneos". En: F. ZOIDO y C. VENEGAS (Coords), *Paisaje y Ordenación del Territorio*, pp. 283-295. Junta de Andalucía y Fundación Duques de Soria. España.
- PELLICER, F. y M. P. SOPENA. 2019. "Grandes eventos, huellas del futuro. Las riberas del Ebro y Expo Zaragoza 2008". *ZARCH*, (13): 62-75. Disponible en: https://doi.org/10.26754/ojs_zarch/zarch.2019133912.
- PELLICER, F.; BARRAO, S. y M. LÓPEZ-ÁLVAREZ. 2021. "Estrategia integrada para la recuperación de tramos fluviales urbanos. El caso del río Piles en Gijón compatible con usos deportivos". *Geographicalia*, (73): 213-242.
- PELLICER, F. y A. OLLERO. 2004. "Agua y ciudad". *Boletín monográfico de la AGE*, (37): 3-13.
- PUEYO, A.; CLIMENT, E.; OLLERO, A.; PELLICER, F.; PEÑA MONNÉ, J. L. y M. SEBASTIÁN. 2017. "L'interaction de Saragosse et ses cours d'eau: évolution et perspectives". *Sud-Ouest Européen. Revue Géographique del Pyrénées et du Soud-Ouest*, (44): 7-23.

- SOPENA, M. P. 2013. *Recuperación del paisaje en la ciudad: Las riberas urbanas en las cuencas de los ríos Garona e Isar*. TFM. Universidad de Zaragoza. Repositorio de la Universidad de Zaragoza-zaguán. España. Disponible en: <http://zaguan.unizar.es>.
- TÉMEZ, R. 2002. "Obras de defensa. Caudales de diseño". En: DE LA CAL, P. y F. PELLICER (Coords.), *Ríos y Ciudades. Aportaciones para la recuperación de los ríos y riberas de Zaragoza*, pp. 19-209. Institución Fernando el Católico (CSIC). Excma. Diputación de Zaragoza. España.
- UREÑA, J. M.; ASCORBE, A.; CANTERAS, J. C.; GARMENDIA, C.; GARCIA C., J. C.; LIAÑO, A.;... y Á. SAINZ B. 1999. "Ordenación de las áreas fluviales en las ciudades: un enfoque metodológico". *Revista del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos OP monográfico dedicado: Río y Ciudad I*, 1(46): 4-15.

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Zaragoza, España; febrero, 2023

Agricultural advantages in soil management practices generated from the use of precision

agriculture techniques. Literature review

Vantagens agrícolas em práticas de manejo de solo geradas a partir do uso de técnicas de agricultura de precisão. Revisão de literatura

Ventajas agrícolas en las prácticas de manejo del suelo generadas mediante el uso de técnicas de agricultura de precisión. Una revisión bibliográfica

Jessé Alves Batista, Felipe Munhoz Basilio, Amanda Eloise Machado de Souza e Elaine Lima da Fonseca

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia.

Curso de Agronomia

Campus Colorado do Oeste

Rondônia, Brasil

jesse.batista@ifro.edu.br; felipemunhozbasilio@gmail.com; amanda.eloise@estudante.ifro.edu.br;

elaine.fonseca@ifro.edu.br

Batista: <https://orcid.org/0000-0001-85325856>

Basilio: <https://orcid.org/0000-0001-6498-2275>

Souza: <https://orcid.org/0000-0003-2165-1702>

Fonseca: <https://orcid.org/0000-0002-6872-8204>

Abstract

The growing demand for food production, the economic importance of agricultural activities, and the concern with preserving natural resources justify the use of new technologies intended to increase productivity per unit area, reduce production costs, and minimize environmental impacts. Given this, in recent decades, the use of technologies related to Precision Agriculture (AP) became a viable alternative, spreading frantically in the various agricultural activities, encompassing, above all, the great cultures of agribusiness crops such as sugar cane, soy, corn, and cotton highlighting the tools and input application techniques at variable rates on the ground. Therefore, this work aimed to carry out a literature review of the last ten years' main technical/scientific publications related to soil fertility management from application techniques of input at variable rates, emphasizing agronomic results from the use of AP tools.

KEYWORDS: site-specific management; agricultural technologies; variable rate application.

Resumo

A crescente demanda por produção de alimentos, a importância econômica das atividades agrícolas e a preocupação com a preservação dos recursos naturais, justifica o uso de novas tecnologias que visem aumentar a produtividade por unidade de área, tornou uma alternativa viável, se difundindo de maneira frenética nas diversas atividades agrícolas, englobando, sobretudo, as grandes culturas do agronegócio tais como a cana-de-açúcar, a soja, o milho e o algodão, com destaque para as ferramentas e técnicas de aplicação de insumos em taxas variáveis no solo. Objetivou-se com este trabalho realizar uma revisão bibliográfica sobre as principais publicações técnico/científicas dos últimos 10 anos, relacionadas ao manejo da fertilidade do solo a partir de técnicas de aplicação de insumos em taxas variáveis, enfatizando aos resultados agronômicos, econômicos e ambientais obtidos a partir do uso das ferramentas de AP.

PALAVRAS-CHAVE: manejo de sítio específico; tecnologias agrícolas; aplicação em taxas variáveis.

Resumen

La creciente demanda por la producción de alimentos, la importancia económica de las actividades agrícolas y la preocupación con la preservación de los recursos naturales justifican el uso de nuevas tecnologías destinadas a aumentar la productividad por unidad de área, reducir los costos de producción y minimizar los impactos ambientales. Teniendo en cuenta esto, en las últimas décadas, el uso de tecnologías relacionadas con la Agricultura de Precisión (AP) se convirtió en una alternativa viable, extendiéndose frenéticamente en las diversas actividades agrícolas, abarcando, sobre todo, las grandes culturas de cultivos agroindustriales como la caña de azúcar, soja, maíz y algodón destacando las herramientas y técnicas de aplicación de insumos a tasas variables sobre el terreno. Por lo tanto, este trabajo tuvo como objetivo realizar una revisión bibliográfica de las principales publicaciones técnico-científicas de los últimos diez años relacionadas con el manejo de la fertilidad del suelo a partir de técnicas de aplicación de insumos a tasas variables, enfatizando los resultados agronómicos a partir del uso de herramientas de AP.

PALABRAS CLAVE: manejo sitio-específico; tecnologías agrícolas; aplicación a tasa variable.

1. Introduction

The food security of current and future generations is a challenge increasingly imposed on the agricultural and livestock sector. Over the last two decades, the popularization of precision agriculture has been driving the emergence of new tools and agricultural techniques, providing the sector to reach productivity levels not reached before, in compliance with the precepts of environmental sustainability.

Precision agriculture is considered a new philosophy of agricultural management (Batista, 2016) and has its principal field of action in soil fertility management, from systematic procedures for inspection and diagnosis of the spatial variability of soil attributes (Haghverdi *et al.*, 2015), allowing the improvement of intervention techniques from the application of inputs in the correct places and the exact amount (Manzatto *et al.*, 1999) thus promoting greater economic, agronomic and environmental sustainability to agricultural production (Sátiro *et al.*, 2019) and a new way of meeting the nutrition needs of crop plants, according to Liebig's Minimum Law (Molin *et al.*, 2015).

Therefore, knowledge of the spatial variability of soil attributes is an essential tool for decision-making, allowing to increase in the precision of crop management from localized interventions in specific regions with application techniques in varying doses (Carneiro, 2016; Santos *et al.*, 2017; Gelain *et al.*, 2021; Santos Júnior *et al.*, 2021). Hence, mediation of soil management using precision farming techniques has become a fundamental strategy to increase crop productivity and efficiency in using natural resources and reduce the impact of agriculture on the environment.

In another sense, conventional soil management practices can over or underestimate the need for tillage input application because they treat tillage as uniform, considering the average need of an area for fertilizers and correctives (Sanchez *et al.*, 2012), not observing the spatial variability of soil attributes.

In the last years, the use of precision agriculture tools and techniques, especially the application of inputs at variable rates in the soil, has become an object of study in Brazil, promoting several technical

and scientific publications on the subject, especially those that compare modern practices of soil management improvement with traditional practices of conventional agriculture, disseminating information relevant to knowledge, understanding, and comprehension, by the various sectors of society, about the economic, agronomic, and environmental benefits generated from the adoption of techniques for rational use of agricultural inputs, mediated by the tools of precision agriculture.

The work intends to present a compilation of 10 years (2012-2022) containing the main technical and scientific publications on soil fertility management from variable-rate input application techniques, emphasizing the agronomic, economic, and environmental results obtained from the use of precision agriculture tools in Brazil.

2. Literature review

2.1 History, concepts, and definitions of precision agriculture

Precision agriculture starts with exact and precise information to perform agricultural management with accurate decision-making since its technologies allow the producer to observe the productive field meter by meter, considering that each area of the rural property has different properties (Roza, 2000).

The context of precision agriculture emerged in the late 20th century because of the development and availability of technologies related to the global positioning system (GPS), yield sensors, remote sensing techniques, and variable-rate input application systems (Amado y Santi, 2007).

McBratney *et al.* (2005) stated that precision agriculture was constantly evolving, becoming popularized from different terms such as 'variable rate technologies', 'vehicle steering systems', 'crop and soil fertility mapping,' and 'site-specific management'.

Antuniassi *et al.* (2015) stated that the tools were diverse, including satellite mapping, autopilot, aerial photography, georeferenced soil sampling, variable rate application of correctives and fertilizers, crop mapping, and others.

All these technologies incorporated into the management and production process have

expanded the ability to understand the variability of agricultural production factors, allowing their characterization and management through interventions with greater agronomic precision (Bernardi *et al.*, 2014), spreading and popularizing PA from the primary perspective of increasing agricultural productivity and reducing input costs, making its adoption frenetic in the various regions of Brazil (Batista, 2020), especially in the main crops of Brazilian agribusiness.

In another sense, precision agriculture can be implemented in rural properties of low technological level (Batista, 2020), considering that it presents several approaches and possibilities for the improvement of crop management without the need, many times, for significant investments for the acquisition of machinery and equipment embedded with high technology.

Therefore, precision agriculture can be applied to small, medium, and large farms as a management tool and improvement. Its techniques enable achieving positive results towards the reduction of territorial expansion, mitigation of environmental impacts, reduction in production costs, and increase in productivity and quality of crops (Machado *et al.*, 2018).

2.2 Agricultural advantages gained from applying inputs at variable rates

Santos *et al.* (2012) conducted research in the municipality of São Mateus, ES, on a dystrophic Red-Yellow Latosol cultivated with black pepper (*Piper nigrum* L.) to analyze the spatial variability of soil and crop chemical attributes. The authors concluded that the spatial assessment was a relevant tool in understanding the behavior of nutrients in the soil and can be essential to assist in decision-making aimed at greater agricultural crop productivity.

Research developed by Caon & Genu (2013) in a 48-hectare soybean crop located in the region of Guarapuava, PR, to compare the efficiency of different sampling densities for both the characterization of spatial variability of soil fertility and the recommendation of soil amendments and fertilizers, indicated that a sampling grid of one (1) point per hectare allowed the preparation of reliable and representative maps of the crop area

and that this density promotes the rational use of inputs when compared to conventional soil sampling methods.

Zonta *et al.* (2014) developed research in Cristalina, GO, to evaluate the spatial variability of soil fertility attributes in a Yellow Red Latosol under cotton cultivation in the no-tillage farming system with an area of 57.6 hectares. The authors highlighted that the spatial variations of soil attributes should be taken into account for planning and decision-making regarding management practices and concluded that, due to the conditions of the research area, it would be recommended to apply lime at variable rates since base saturation and pH presented reliable and representative spatial variability maps of the cultivation area.

In the city of Três Pontas, Minas Gerais, Brazil, in an area of red dystrophic clayey Latosol with 22 hectares of coffee plantations, Ferraz *et al.* (2015) conducted a study to compare fertilizer recommendations based on conventional soil sampling and square-mesh sampling. As a result, the authors observed a decrease of up to 25.7% in total fertilizer use from the precision agriculture technique. This result denotes, in addition to savings, the rational use of inputs, and less environmental impact.

A study published by Richart *et al.* (2016) was conducted in the municipality of Terra Roxa in Paraná to evaluate the spatial and temporal variability of productivity and chemical attributes of a Red Eutrofic Latosol in a commercial soybean area of 41.68 hectares cultivated in the no-till farming system (SPD) and with precision agriculture for ten years, concluded that the localized management and at variable rates homogenized and increased the average pH, K+, and V% contents over the years. The authors also pointed out that the management promoted the reduction of tillage spots, homogenizing, and increased productivity.

Almeida *et al.* (2016) evaluated two forms of soil sampling, the first following Conventional Agriculture (CA) characteristics and the second according to precision agriculture principles. The study was conducted in Bela Vista do Paraíso, PR, in an area of 8.34 hectares with acidic Red Latosol. The authors concluded that through PA, it is possible to generate maps showing the true variability in the

soil, indicating the areas of low and high fertility, resulting in the rational use of fertilizers.

In the municipality of Três Pontas, MG, in an area of clayey red dystrophic Latosol with 22 hectares of coffee plantation, Ferraz *et al.* (2016) compared soil fertility diagnosis from conventional and mesh sampling methods. According to the authors, unlike conventional sampling, georeferenced mesh sampling allowed the identification of the spatial variability of soil attributes, thus allowing the interpretation of the different fertility classes in the evaluated area. However, the authors also stated that conventional sampling could induce the rural producer to an error in the intervention phase when considering the average element contents for the recommendation of correctives and fertilizers.

Silva *et al.* (2015) compared the liming and fertilizer recommendations from the conventional and systematic sampling methods in a yellow-red Latosol under pasture in the municipality of Alegre, ES. The limestone recommendation by the conventional method provided unnecessary limestone additions in more than 80% of the area and insufficient additions in 15% of the area. In the recommendation of P_2O_5 by the systematic method, more than 90% of the area needed additions below the recommended by the conventional method. In contrast, the recommendations of K_2O by conventional sampling resulted in excessive doses in more than 90% of the area. The analysis of the data by the spatial method made it possible to identify zones of deficit and excess liming and fertilizer recommendations in the area, which could not be defined with the conventional tillage method.

Research conducted in Gilbués, Piauí, Carneiro *et al.* (2016) characterized the spatial variability of the chemical attributes of a dystrophic Red Latosol of clayey texture in an area of 24.31 hectares of conventional soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivation to recommend fertilizers and correctives at variable rates in the soil. The authors concluded that the management adopted allowed reduced costs with fertilizer and soil correction concerning the adoption of conventional techniques that standardize average values of soil fertility indicators by plots, mistakenly considered homogeneous.

In São Carlos, São Paulo, Santos *et al.* (2017) developed an experiment to define Management Zones (MZ) in a yellow-red dystrophic Latosol in a 1.6-hectare pasture area of Tanzania grass. The authors concluded that the definition of the MZs provided knowledge about the productive potential of each region of the evaluated area. According to the authors, the definition of management zones in a crop area can increase the efficiency of using natural resources and agricultural inputs, reducing the impact of agriculture on the environment, and generating savings for the rural producer.

Dalchiavon *et al.* (2017), in research conducted in the city of Campo Novo do Parecis, Mato Grosso, in a typical dystrophic Red Latosol with an area of 5 hectares of soybean cultivation under no-till, evaluated the spatial variability of soil attributes and crop productivity and concluded that the study of the variability of soil attributes as well as the adoption of techniques that assist in soil management, such as geostatistics, is essential to proper plant development.

Bernardi *et al.* (2018) conducted, in the city of São Carlos, São Paulo, in an experimental area of EMBRAPA with dystrophic Red Yellow Latosol of medium texture, with 1.7 hectares of pasture milk production system research that aimed to map and evaluate the spatial variability of soil properties after liming and application of phosphate fertilizer at variable doses. The authors also evaluated the production cost of this pasture area. They concluded that the technology of applying limestone and simple superphosphate at variable rates contributed to the increase in pH, P, Ca^{2+} , Mg^{2+} , and V% values and homogenized these attributes in the evaluated area.

In the city of São Carlos, SP, Bernardi *et al.* (2019) conducted between the 2015/6 and 2018/9 crops in an area with Red-yellow Latosol research to evaluate the application of limestone and phosphate fertilizer at variable rates in an Integrated Crop-Livestock-Forestry system with 30 hectares of cultivation. The authors concluded, at the end of the four years of research, that the application of lime and phosphate fertilizer at variable rates was efficient in correcting, fertilizing, and homogenizing the chemical attributes of the soil, besides highlighting that the doses gradually

decreased over the years from the fertility building in the area evaluated.

Amorim *et al.* (2019) performed the economic and risk evaluation of fixed-rate by average and variable-rate fertilizer application systems in sugarcane culture in an area of 80 hectares in the municipality of Ribeirão Preto, SP. The results indicated that the average P_2O_5 application recommendation would result in the application of 12.800 kg of the input, while with variable rate application, 2282.50 kg of the product would be saved (17.83%). These results allow us to infer that there are savings using inputs from localized management and variable rates.

Matias *et al.* (2019) evaluated the efficiency of different sampling meshes in characterizing soil chemical attributes. They recommended the necessity for agricultural correction in a yellow Argissolo in an area intended for soybean cultivation in the Corrente municipality in Piauí. The authors concluded that diagnosing soil fertility from PA techniques and with a higher information density provided significant savings in using inputs compared to the fixed-rate application from conventional soil sampling techniques.

Batista (2020) characterized the spatial variability of the chemical attributes of a Quartz Neosol in the city of Vilhena, RO, and, with the help of Geostatistics, defined two homogeneous

management zones in a 3.2-hectare crop of urucum (*Bixa orellana* L.). The author concluded that the soil management improvement technique of variable-rate liming between homogeneous zones promoted increased homogenization of the crop's seed yield.

3. Final consideration

Precision agriculture is underway in Brazil. In the last ten years, there has been great dissemination and popularization of the term and its main tools, especially those related to improving soil management.

The leading scientific publications in the last ten years related to soil management mediated by the techniques and tools of precision agriculture are unanimous in highlighting the savings in the use of inputs and natural resources, the increase and homogenization of productivity, and the minimization of environmental impacts as the main advantages arising from the adoption of PA.

Scientific studies that show agronomic, economic, and environmental results adjusted to the local realities of the different Brazilian regions are fundamental for the popularization and diffusion of the adoption of precision agriculture practices.

4. References quoted

- ALMEIDA, L. H. C.; MAURICIO, F. M.; GOMES, G. R. e G. A. F. FREGONEZI. 2016. "Mapeamento dos atributos químicos do solo a partir de amostragem para fins de agricultura de precisão e tradicional". *Cultura Agronômica*, 25(1): 55-64.
- AMADO, T. J. C. e A. L. SANTI. 2007. "AP aplicada ao aprimoramento do manejo do solo". En: J. E. FIORIN (Coord.), *Manejo e fertilidade do solo no sistema de plantio direto*. Fundacep, Cruz Alta. Brasil.
- AMORIM, F. R.; PATINO, M. T. O.; ABREU, P. H. C. e D. F. L. SANTOS. 2019. "Avaliação econômica e de risco dos sistemas de aplicação de fertilizantes na cultura de cana-de-açúcar: taxa fixa por média e taxa variável". *Custos e Agronegocio Online*, 15(2).
- ANTUNIASSI, U. R.; BAILO, F. H. R e T. C. SHARP. 2015. "Agricultura de Precisão". En: Associação Brasileiro dos Produtores de Algodão ABRAPA (org.), *Algodão no Cerrado do Brasil* (3. Ed). Eleusio Curvelo Freire, pp. 767-806. Brasília, Brasil.

- BATISTA, J. A. 2020. *Caracterização e manejo do solo por unidades de gestão diferenciada em lavoura de urucum durante 2 anos agrícolas*. Universidade Estadual Paulista (UNESP). São Paulo, Brasil. Ilha Solteira. Tese de Doutorado em Agronomia. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/194127>.
- BATISTA, J. A. 2016. *Adoção da agricultura de precisão na Amazônia: estudo de caso na região cone sul do estado de Rondônia*. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão).
- BERNARDI, A. C. C.; BUENO, J. O.; LAURENTI, N.; SANTOS, K. E. L. e T. C. ALVES. 2018. "Efeito da calagem e fertilizantes aplicados à taxa variável nos atributos químicos do solo e custos de produção de pastagem de capim Tanzânia manejadas intensivamente". *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, 12(4): 368-382. Disponível em: DOI:10.18011/bioeng2018v12n4p368-382.
- BERNARDI, A. C. C.; LAURENTI, N.; BETTIOL, G. M.; OLIVEIRA, P.; ALVES, T. C.; ... e R. M. PEZZOPANE. 2019. "Otimização do uso de insumos em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com ferramentas de agricultura de precisão". *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, 13(4): 290-300. Disponível em: <https://doi.org/10.18011/bioeng2019v13n4p290-300>.
- BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J.; RESENDE, Á. V.; BASSOI, L. H. e R. Y. INAMASU (eds.). 2014. *Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar*. Embrapa. Brasília, D.F, Brasil. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/>.
- CAON, D. e A. M. GENUÍ. 2013. "Mapeamento de atributos químicos em diferentes densidades amostrais e influência na adubação e calagem". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(6): 629-639.
- CARNEIRO, J. S. S. 2016. "Diagnóstico da variabilidade espacial e manejo da fertilidade do solo no cerrado". *Revista Scientia Agraria*, 17(3): 38-49.
- CARNEIRO, J. S. S.; SANTOS, A. C. M.; FIDELIS, R. R.; SILVA NETO, S. P.; SANTOS, A. C. e R. RIBEIRO DA SILVA. 2016. "Diagnóstico e manejo da variabilidade espacial da fertilidade do solo no cerrado do Piauí". *Revista de Ciências Agro-Ambientais*, 14(2). Disponível em: <https://doi.org/10.5327/rcaa.v14i2.1469>.
- DALCHIAVON, F. C.; RODRIGUES, A. R.; LIMA, E. S.; LOVERA, L. H. e R. MONTANARI. 2017. "Variabilidade espacial de atributos químicos do solo cultivado com soja sob plantio direto". *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 16(2): 144-154. Disponível em: <https://doi.org/10.5965/223811711622017144>.
- FERRAZ, G. A. S.; SILVA, F. M.; OLIVEIRA, M. S.; SILVA, F. C. e L. C. C. CARVALHO. 2017. "Comparativo entre os atributos químicos do solo amostrados de forma convencional e em malha". *Coffee Science*, 12(1): 17-29. Disponível em: DOI:10.25186/cs.v12i1.1188.
- GELAIN, E.; BOTTEGA, E. L.; MOTOMIYA, A. V. A. e Z. B. OLIVEIRA. 2021. "Variabilidade espacial e correlação dos atributos do solo com produtividade do milho e da soja". *Nativa, Sinop*, 9(5): 536-543, 2021. Disponível em: DOI: 10.31413/nativa.v9i5.11717.

- HAGHVERDI, L.; BUETTNER, F. & F. J. THEIS. 2015. "Diffusion maps for high-dimensional single-cell analysis of differentiation data". *Bioinformatics*, 31(18): 2.989-2.998. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btv325>.
- McBRATNEY, A.; WHELAN, B.; ANCEV, T. e J. BOUMA. 2005. "Direções futuras da agricultura de precisão". *Precision Agriculture*, 6: 7-23.
- MACHADO, J.; PADILHA, M. R. F.; LIRA, F. P.; OLIVEIRA, J. G.; DA SILVA, R. S. e M. B. C. CAETANO. 2018. "Agricultura de Precisão e abertura de novas fronteiras no Brasil". *Revista Geama*, 4(1): 49-53.
- MANZATTO, C. V.; BHERING, S. B. e M. SIMÕES. 1999. *Agricultura de precisão: propostas e ações da Embrapa solos*. EMBRAPA, Solos. Brasília, Brasil.
- MATIAS, S. S. R.; MATOS, A.; LANDIM, J.; FEITOSA, S.; ALVES, M. A. & R. SILVA. 2019. "Recomendação de calagem com base na variabilidade espacial de atributos químicos do solo no Cerrado brasileiro". *Revista de Ciências Agrárias*, 42(4): 896-907.
- MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R. e A. F. COLAÇO. 2015. *Agricultura de Precisão*. Oficina De Textos. São Paulo, Brasil.
- RICHART, A.; PICCIN, A. L.; KAEFER, K. A. C.; MORATELLI, G.; KONOPATZKI, M. R. S.; KAEFER, J. E. e M. ECCO. 2016. "Análise espaço temporal de atributos químicos do solo influenciados pela aplicação de calcário e cloreto de potássio em taxa variável". *Scientia Agraria*, 15(4): 391-400.
- ROZA, D. 2000. "Novidade no campo: Geotecnologias renovam a agricultura". *Revista InfoGEO*, 11.
- SANCHEZ, R. B.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; BARACAT NETO, J.; SIQUEIRAS, D. S. e Z. M. de SOUZA. 2012. "Mapeamento das formas do relevo para estimativa de custos de fertilização em cana-de-açúcar". *Engenharia Agrícola*, 32(2): 280-292
- SANTOS, E. O.; GONTIJO, I. e L. R. NICOLE. 2012. "Variabilidade espacial de cálcio, magnésio, fósforo, potássio no solo e produtividade da pimenta-do-reino". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16(10): 1.062-1.068. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/i/2012.v16n10/>.
- SANTOS JÚNIOR, A. B.; SILVEIRA JUNIOR, O.; LIMA, I. C. S.; NUNES, M. E.; SANTOS, A. C. e A. F. G. de FARIA. 2021. "Variabilidade espacial dos atributos químicos do solo sob diferentes usos agrícolas no Ecótono Cerrado-Amazônia". *Agri-Environmental Sciences*, 7(1): 16. Disponível em: <https://doi.org/10.36725/agries.v7i1.5224>.
- SANTOS, K. E. L.; BERNARDI, A. C. C.; BETTIOL, G. M. e S. CRESTANA. 2017. "Geoestatística e geoprocessamento na tomada de decisão do uso de insumos em uma pastagem". *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, 11(3): 294-307.
- SANTOS R. O.; FRANCO, L. B.; SILVA, S. A.; SODRE, G. A. & A. A. MENEZES. 2017. "Spatial variability of soil fertility and its relationship with cocoa yield". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 21(2): 88-93. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n2p88-93>.

- SÁTIRO, J. N. O.; CREMONESI, M. V.; SANTOS, A.; FERREIRA, T. e J. R. WINCKLER. 2019. Agricultura de precisão na caracterização da variabilidade espacial de fósforo e potássio no município de Coronel Domingos Soares. *Anais da Reunião Paranaense de Ciência do Solo (RPCS)* 6. Ponta Grossa. Disponível em: http://www.rpcs2019.com.br/trabalhos_aprovados/.
- SILVA, S. F.; MENDES, D. F.; QUARTO JUNIOR, P.; DE LIMA, W. L.; RANGEL, O. J. P. e J. L. FERRARI. 2015. "Variabilidade espacial de atributos químicos de solo sob pastagem". *Revista Vértices*, 17(2): 25-37. Disponível em: <https://doi.org/10.19180/1809-2667.v17n215-02>.
- ZONTA, J. H.; BRANDÃO, Z. N.; MEDEIROS, J. C.; SANA, R. S. e V. SOFIATTI. 2014. "Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada com algodoeiro no Cerrado do Brasil". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola. Ambiental*, 18(6). Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000600005>.

Local e data de finalização do artigo:
Colorado do Oeste, Rondônia, Brasil; março, 2023

Educación para el desarrollo sostenible en Portoviejo (Ecuador), desde la perspectiva de proyectos de intervención social

Educação para o desenvolvimento sustentável em Portoviejo (Equador), sob a perspectiva de projetos de intervenção social

Education for sustainable development in Portoviejo (Ecuador), from the perspective of social intervention projects

Jacqueline Coromoto Guillén de Romero¹, Pedro Luis Bracho-Fuenmayor², Mercedes de los Ángeles Cedeño Barreto¹ Paulo Cesar Chiri Saravia³

¹ Universidad Técnica de Manabí, Carrera de Trabajo Social
Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador

² Universidad Tecnológica Metropolitana, Carrera de Derecho,
Santiago, Chile

³ Universidad Enrique Guzmán
Lima, Perú

jacqueline.guillen@utm.edu.ec; pbrachof@academicos.uta.cl; mercedes.cedeno@utm.edu.ec; pchiri@une.edu.pe

Guillén de Romero: <https://orcid.org/0000-0002-9112-1910>

Bracho-Fuenmayor: <https://orcid.org/0000-0003-3899-8163>

Cedeño-Barreto: <https://orcid.org/0000-0003-1441-6632>

Chiri Saravia: <https://orcid.org/0000-0003-1123-8201>

Resumen

Esta investigación se direccionó en la ejecución de proyectos de intervención social en la línea de educación para el desarrollo sostenible. Este proceso fue adelantado por estudiantes de la Carrera de Trabajo Social, Universidad Técnica de Manabí, liderizados por la docente encargada de la asignatura de Intervención Profesional I. El enfoque metodológico fue el cualitativo, con paradigma crítico reflexivo, mediante investigación acción participativa. El cantón Portoviejo, provincia de Manabí, fue el escenario del contexto donde se ejecutaron los proyectos de intervención, destacando la participación de las comunidades, y de los estudiantes, como protagonistas, del proceso social. Se presentan los proyectos implementados para el fortalecimiento de la educación ambiental, el cuidado de la playa, reciclaje, uso adecuado de la pesca, huerto escolar, entre otros. Se concluye que las acciones desarrolladas por el colectivo contribuyeron a fortalecer la educación ambiental para conservar la sostenibilidad, que coadyuva al equilibrio del binomio impostergable entre la naturaleza y los seres humanos.

PALABRAS CLAVE: educación ambiental; comunidades; sostenibilidad; intervención social.

Resumo

Esta pesquisa se concentrou na implementação de projetos de intervenção social no campo da educação para o desenvolvimento sustentável. Esse processo foi realizado por alunos do curso de Serviço Social da Universidade Técnica de Manabí, liderados pelo professor responsável pela disciplina de Intervenção Profissional I. O enfoque metodológico foi qualitativo, com um paradigma reflexivo crítico, por meio da pesquisa-ação participativa. O cantão de Portoviejo, província de Manabí, foi o contexto no qual os projetos de intervenção foram realizados, destacando a participação das comunidades e dos alunos como protagonistas do processo social. São apresentados os projetos implementados para fortalecer a educação ambiental, o cuidado com a praia, a reciclagem, o uso adequado da pesca, as hortas escolares, entre outros. Conclui-se que as ações desenvolvidas pelo coletivo contribuíram para o fortalecimento da educação ambiental para a preservação da sustentabilidade, o que contribui para o equilíbrio do binômio natureza-ser humano.

PALAVRAS-CHAVE: educação ambiental; comunidades; sustentabilidade; intervenção social.

Abstract

This research was directed to the implementation of social intervention projects in the line of education for sustainable development. This process was carried out by students of the Social Work Career, Universidad Técnica de Manabí, led by the teacher in charge of the Professional Intervention I course. The methodological approach was qualitative, with a critical reflective paradigm, through participatory action research. The canton of Portoviejo, province of Manabí, was the context in which the intervention projects were carried out, highlighting the participation of the communities and the students as protagonists of the social process. The projects implemented to strengthen environmental education, care of the beach, recycling, proper use of fishing, school gardens, among others, are presented. It is concluded that the actions developed by the collective contributed to strengthen environmental education to preserve sustainability, which contributes to the balance of the undeferrable binomial between nature and human beings.

KEYWORDS: environmental education; communities; sustainability; social intervention

1. Introducción

En la sociedad interactiva que se vive actualmente, los procesos educativos deben estar dirigidos no solamente al desarrollo de conocimientos de lo teórico, sino de habilidades y destrezas para situar en la práctica esos saberes de manera efectiva, considerando que la educación tiene la responsabilidad de cambiar actitudes, maneras de pensar y sentir acerca de los hechos estudiados, por eso, en el plan universitario, muchas son las materias que están constituidas por una parte teórico y otra práctica, y así, se le exige a los estudiantes aprender para hacer, para ser y convivir.

En ese sentido, *"La educación es una acción transformadora, en que se debe desarrollar la capacidad intelectual, ética y emocional del individuo."* (Freitas de Torres, 2021: 6), por ello, la autora recuerda que: *"Nelson Mandela, en uno de sus discursos, reiteró la necesidad de esta acción, manifestando que la educación es un arma poderosa que se puede usar para cambiar el mundo."*, direccionando la socialización y comprensión del entorno del individuo a través de su construcción personal, social y cultural.

Por lo tanto, la educación es una acción humana es decir, poseer una concepción del ser humano que se desea formar, educar, entonces en su devenir debe manifestar importancia ante su vida en cuanto a aquello que le gusta y quiere, para mantenerse activo y persistente en la búsqueda de su bienestar, aspecto loable y adecuado cuando lo que se quiere es ser feliz; asumiendo que para serlo, debe respetar a los otros, por cuanto vive en sociedad, y sus acciones deben contribuir con una adecuada convivencia, manejando el proceso como un medio para resolver los problemas, ofrecer alternativas, transformar el entorno y superarse.

Es de esta manera, que la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2017) considera la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) la respuesta del sector educativo a los desafíos urgentes y dramáticos que el planeta está confrontando asumiendo actividades colectivas que contribuyan a

detener el calentamiento global antes que alcance niveles catastróficos, siendo necesario abordar los problemas ambientales, sociales, económicos de manera holística, para lograr la transformación personal y social necesaria para cambiar de rumbo.

Por ello, la educación representa la base del desarrollo sostenible de una nación en sus tres dimensiones: económico, social y ambiental, considerándose el derecho a una vida decente y al desarrollo individual, como factor determinante para la reducción de la pobreza y las desigualdades (UNESCO, 2020), especificando que es un medio para alcanzar otros objetivos de desarrollo a nivel sanitario, nutricional, ambiental y ciudadano, así como los progresos realizados en otros ámbitos.

Dentro de ese proceso, las instituciones universitarias han perfilado sus espacios académicos, en otorgar relevancia al desarrollo de actividades de carácter social y económico, así como cultural, buscando que a través de la teoría y la práctica, se lleven a cabo proyectos dirigidos a la desarrollo sostenible en cada comunidad, de allí la relevancia que tienen los docentes como líderes para lograr la transformación y el cambio que las sociedades actuales requieren, propiciando en los estudiantes oportunidades para adquirir los conocimientos, las habilidades, los valores y las actitudes necesarias para promover acciones donde se experimente el deseo de realizar cambios con un enfoque institucional integral.

En ese sentido, la idea es incorporar en los planes de estudio o fortalecer, temáticas referentes al desarrollo sostenible en las distintas asignaturas, no importa cuál sea la carrera profesional, elaborando proyectos donde docentes y estudiantes, compartan ideas, planes y acciones en espacios comunitarios que coadyuven a ese cambio deseado, cooperando con los líderes comunitarios locales, las familias y los agentes de las organizaciones no gubernamentales y del sector privado que trabajan en pro de la sostenibilidad, *"a fin de hacer de la comunidad local un entorno valioso para el aprendizaje y la acción interdisciplinaria y*

basados en proyectos en favor de la sostenibilidad." (UNESCO, 2020: 28).

Para el desarrollo de esos proyectos, se requiere de un docente líder que estimule a los estudiantes a trabajar con proyectos de educación sostenible, lo cual puede hacerse desde cualquier cátedra y carrera, por lo cual en la Universidad Técnica de Manabí (UTM), ubicada en Portoviejo, Ecuador, dentro del plan de estudio de la carrera de Trabajo Social, se manejan materias de intervención siendo una de las funciones básicas que deben realizar los profesionales de esta área en el campo social, asumiéndose como una acción fundamental del profesional al proyectar sus actividades a su medio social y comunitario, sirviendo de líder y estímulo para que la gente trabaje para conseguir lo que necesita, considerando *"la construcción de proyectos profesionales y su mediación necesaria con proyectos de sociedad macroscópicos, y entender las posibilidades y límites de la denominada autonomía relativa del profesional en su ejercicio en relación con el sujeto de intervención."* (Sierra-Tapiro, 2020: 54).

En ese marco de acción, surgen ideas y se planifican dentro de la cátedra de intervención, actividades que conjuntamente docentes y estudiantes puedan realizar para intervenir la realidad contribuyendo con el medio ambiente, con la cultura del reciclaje, con el adecuado comportamiento del hombre sobre la naturaleza para satisfacer sus necesidades manteniendo el

2. Educación para el desarrollo sostenible (EDS)

El concepto de desarrollo sostenible surge de la preocupación de la comunidad internacional por los efectos del desarrollo económico y social sobre el ecosistema natural, lo cual toma mayor fuerza en las últimas décadas del siglo XX. La Conferencia de las Naciones Unidas celebrada en Estocolmo en 1972 (ONU, 1972), marcó el inicio del movimiento ambiental mundial señalando la relación del desarrollo para la supervivencia de la especie humana, generando un proceso de toma de conciencia a escala mundial, que puso en foco la estrecha relación existente entre el desarrollo económico y el medio ambiente.

En ese orden de ideas, se asumió en la Cumbre para la Tierra (ONU, 1992), que el concepto de

espacio de manera productiva, coadyuvando a su bienestar y crecimiento.

De este planteamiento se enuncian diferentes acciones como las desarrolladas en la UTM en la cátedra de Intervención Profesional I, donde a través del liderazgo docente (Guillén de Romero, 2020), donde se propician diversos proyectos que coadyuvan a amar la naturaleza, a realizar actividades que propicien la educación para el desarrollo sostenible, porque con los conocimientos y habilidades adquiridas en esta asignatura, los estudiantes demuestran sus competencias para intervenir el ambiente social, por cuanto no se trata de aprender lo teórico sino de llevar esos conocimientos y habilidades a la realidad que le rodea.

Con base en los aspectos planteados, se considera pertinente investigar acerca de lo que se está haciendo para la Educación del Desarrollo Sostenible (EDS) desde la perspectiva de proyectos de intervención social, con relación a las competencias que los estudiantes adquirieron y aportaron a su comunidad. En ese orden de ideas, con este estudio se pretendió demostrar a través de proyectos sociales como ha sido la intervención de los estudiantes de la carrera de Trabajo Social en cuanto a lo desarrollado para el fortalecimiento de la educación para el desarrollo sostenible en Portoviejo, Manabí Ecuador.

desarrollo sostenible era un objetivo alcanzable para todas las personas, independientemente que fuera a nivel local, nacional, regional o internacional. Luego en 2002, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (ONU, 2002), se consideró algo factible en todo el mundo, reconociendo vital la integración y el equilibrio de los intereses económicos, sociales y medio ambientales a la hora de satisfacer las necesidades para preservar la vida en el planeta.

Por lo tanto, la declaración de la citada conferencia proclamó que la humanidad entera es tanto obra como artífice del medio que la rodea, el cual le brinda el sustento material y la oportunidad para lograr su crecimiento intelectual, moral, social y espiritual, así se *"...marcó el inicio del Movimiento Ambiental Mundial..."* (Gómez y Díaz, 2013: 12),

asumiéndose que tanto el medio natural como el creado por el propio hombre son esenciales para su bienestar y el goce de los derechos humanos fundamentales, como el derecho a la vida.

Luego, ciento noventa y tres (193) Estados Miembros de las Naciones Unidas, así como otros actores de la sociedad civil, el mundo académico y el sector privado, establecieron un proceso de negociación abierto, democrático y participativo, que resultó en la proclamación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, estableciendo 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que son una herramienta de planificación para los países, tanto a nivel nacional como local [Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2016].

Se plantea que la educación es su prioridad porque es un derecho humano esencial y base para consolidar la paz e impulsar el desarrollo sostenible (UNESCO, 2017), de allí que se proporciona un liderazgo mundial y regional en la materia, fortaleciendo los sistemas educativos nacionales para responder a los desafíos mundiales.

En razón de los aspectos concretados por estas grandes organizaciones mundiales, para la EDS, se *"deberá tener en cuenta las contribuciones del mundo empresarial, la universidad, de las organizaciones y asociaciones, de las administraciones públicas competentes, favoreciendo la participación de estas instituciones en los diseños, desarrollos y evaluación de programas de largo aliento."* (Rendón et al., 2018: 146), debiéndose desarrollar programas con especial incidencia en el necesario apoyo institucional y financiero de los mismos.

Por consiguiente, educar para el desarrollo sostenible es *"un aprendizaje a lo largo de toda la vida y forma parte integrante de una educación de calidad"* (UNESCO, 2014: 12), lo cual implica incentivar a los ciudadanos para lograr patrones de consumo conscientes, respetando los recursos naturales, por la diversidad y las generaciones futuras, siendo necesario que desde las instituciones educativas se desarrollen contenidos de aprendizaje dirigidos a la transformación social, *"integrando en los planes de estudio temáticas como alternativas sostenibles de producción y consumo, motivando a los estudiantes a asumir estilos de vida*

sostenibles que contribuyan a crear entornos más incluyentes" (UNESCO, 2014: 12).

En este sentido, la universidad juega un papel crucial para formar a los actuales y futuros ejecutores y responsables de implementar los ODS (SDSN Australia/Pacific, 2017), tomando en cuenta que deben propiciarse acciones para una formación que facilite la comprensión de la sostenibilidad por parte de los profesionales en diversas carreras universitarias, para que se asegure la transferencia de competencias sostenibilizadoras a las futuras prácticas profesionales para que puedan resolver los numerosos desafíos que encontrarán brindando aportaciones relevantes sobre su visión y valoración de manera que su experiencia formativa en la universidad, los lleve a ofrecer propuestas (Serrate et al., 2019).

De esta manera, los estudiantes con el liderazgo de un profesor convencido de la protección del ambiente y de la responsabilidad que se tiene acerca del medio, deben desarrollar actividades que coadyuven a la adquisición de un nivel de dominio como resultado de la puesta en práctica de actividades y tareas vinculadas a una conexión directa con la sociedad, como las prácticas de aprendizaje-servicio o trabajo por proyectos (Serrate et al., 2019), específicamente en los cursos donde se le permite un contacto con la realidad cercana, de tal forma que pueda diversificar sus aprendizajes, pero también transferir sus conocimientos al diseñar proyectos educativos desde la perspectiva de la sostenibilidad, fomentando la participación de los ciudadanos en cada comunidad, tomando en consideración la ética ecológica, para mejorar la calidad de vida y promover el bien colectivo.

3. Proyectos de intervención social

En razón de lo antes expuesto, es importante recalcar que existen algunas asignaturas en las distintas carreras universitarias, que tienen entre sus funciones la intervención social, considerada *"una acción programada sobre un colectivo o grupo con el fin de provocar un cambio social para mejorar su situación"* (Sánchez Rodríguez, 2020: 68); por ello es una actividad profesional que se direcciona de una forma consciente, con procesos de planificación y dirigida a actuar sobre una realidad social para

abordar, examinar y transformar, y en el logro de un progreso efectivo, acoplado a la coexistencia de un deber ser, que requiere ser alcanzado para el beneficio tanto individual como de todo un colectivo.

En ese marco de ideas, se ha establecido articular el apoyo de los ODS de la ONU por parte de la *International Federation of Social Workers* (FITS, 2021), enunciando la contribución profesional del Trabajo Social, lo cual implica que los objetivos de desarrollo sostenible tienen una fuerte relación con la preservación del medio ambiente, debido a que las consecuencias del cambio climático afectan directamente a la salud, seguridad, conflictos y movimientos migratorios, a la calidad de vida de las personas (IASSW *et al.*, 2019).

En este mismo contexto, algunas de las vinculaciones se abordan desde el Trabajo Social, considerada una profesión basada en la práctica donde se promueve el cambio y el desarrollo social, la cohesión social, y el fortalecimiento y la liberación de las personas, la cual es "*respaldada por las teorías del trabajo social, las ciencias sociales, las humanidades y los conocimientos indígenas, el trabajo social involucra a las personas y las estructuras para hacer frente a desafíos de la vida y aumentar el bienestar.*" (IFSW, 2014: 144).

Al analizar esta definición, cabe destacar que el Trabajo Social y la Agenda 2030 buscan el cambio y el desarrollo; de allí que este profesional aborde los aspectos sociales, englobando aspectos económicos y ambientales, relacionándolos para obtener el cambio que se amerita siempre pensando en el bienestar de las comunidades, por ello, la interrelación significa que en cada cambio hay logros sociales, económicos y ecológicos que deben incluirse equitativamente y no hay metas económicas sin impacto social y ecológico. Además, los objetivos de desarrollo sostenible son parte del lenguaje global entre gobiernos, organizaciones multilaterales, organizaciones no gubernamentales y el sector empresarial, por cuanto, los profesionales de Trabajo Social de todo el mundo participan activamente, cuidando el medio ambiente con sus comunidades.

En el documento de política sobre Globalización y Medio Ambiente, se busca desarrollar la

responsabilidad ambiental y el cuidado del medio ambiente en la práctica y gestión con grupos comunitarios "*para desarrollar habilidades y estrategias de promoción para trabajar hacia un medio ambiente más saludable y para asegurar que los problemas ambientales ganen una mayor presencia en la educación en Trabajo Social.*" (FITS, 2012: 2). Esto implica que, desde el Trabajo Social, se deben crear objetivos considerando la comprensión de las necesidades y el propósito de su acción, creándose objetivos de manera participativa.

En la carrera de Trabajo Social de la Universidad Técnica de Manabí, en Portoviejo, se asume la asignatura 'Intervención Profesional I', cuyo objetivo es identificar los elementos teóricos, metodológicos, técnicos y estrategias para la intervención profesional en lo social, en los distintos niveles de abordaje de la realidad, como la familia, grupo y comunidad, a fin de definir alternativas de acción para generar un cambio en la sociedad que coadyuve a un bienestar y mejor calidad de vida en los individuos, analizando dentro la dimensión de sostenibilidad, ante el desafío de concienciar a la sociedad sobre la protección del medio ambiente, incorporando principios de desarrollo sostenible en el ejercicio profesional, construyendo estrategias de acción, con la elaboración de proyectos.

Se consideran en este caso, proyectos dirigidos a una misión social siendo un conjunto integrado y articulado de acciones, prestaciones y beneficios destinados a lograr un propósito específico en una población objetivo, para resolver un problema o atender una necesidad que la afecte (García y Rice, 2021); por tanto, los proyectos sociales implementan actividades que tienen una influencia real, directa o indirecta, en la vida; son la planificación de un trabajo que delimita decisiones y pasos necesarios para hacerlo posible, porque "*indica un camino, una ruta a seguir para la correcta implementación de una propuesta de trabajo y el logro de unos objetivos formulados para un contexto concreto*" (Amber, 2020: 174) y se considera una acción para brindar soluciones a problemas, necesidades, oportunidades o intereses de un sistema para la construcción del conocimiento y a la mejora de los procesos.

3.1 Liderazgo en el aula universitaria

Al continuar con las explicaciones acerca de la elaboración de proyectos de intervención social para el logro de la Educación para el Desarrollo Sostenible, se considera importante el papel del docente para estimular en sus estudiantes el interés para realizar actividades dirigidas a mantener y optimizar el medio ambiente, tomando en cuenta sus actividades en el medio social, de allí que se asume el liderazgo del docente en el aula, el cual es influencia, estímulo para la acción y sirve de modelo para el logro de aprendizajes significativos y colaborativos, tanto teóricos como prácticos.

En la misma tendencia del tema, el liderazgo se puede definir como un proceso de influencia de una persona a otras y *"consiste en algo más de lo que la gente dice y hace."* (Lázaro y Hernández, 2020: 4); viene dado de adentro hacia fuera y se alimenta con las interacciones productivas donde los docentes como agentes esenciales propician el crecimiento académico, ético y social del estudiante, generando distintos niveles de impacto que van desde lograr el aprendizaje eficaz hasta dejar que el grupo de manera autónoma, con completa libertad tome sus decisiones, y no sean simples receptores del saber sino constructores del hacer en su medio social con el propósito de brindar apoyo a las comunidades para su desarrollo.

Por ende, el interés del estudiante por aprender para saber y hacer, muchas veces es estimulado por el modelo ejemplificador del docente, sobre todo si es una persona activa, dinámica, emprendedora, transformadora, que respeta a la gente de su medio, lo más seguro es que al observar esos comportamientos, sienta el deseo de desarrollarse para actuar, aprender para la acción, para la intervención y el cambio, de allí que *"el liderazgo en el aula es clave para la motivación de los alumnos, siendo ésta una herramienta necesaria en el desarrollo académico de cualquier alumno"* (Cortes-Nájera, 2021: 37) quien, al sentirse motivado, tiene una inspiración para alcanzar sus objetivos académicos y mejorar sus competencias.

En efecto, cuando el estudiante se encuentra ante un docente líder, se siente motivado y dispuesto a la transformación, por cuanto lo que proyecta son cualidades y características que hacen posible un cambio, estimulando en los jóvenes

universitarios para que se dispongan a volcar hacia la sociedad todos sus talentos, aptitudes, habilidades, inteligencia y voluntad que les permitan desarrollarse como futuros profesionales, con mirada reflexiva, crítica, para la transformación del saber y la resolución de problemas, aspectos esenciales en la formación del futuro profesional, en este caso de Trabajo social.

En ese sentido, se asume que el docente siempre ha figurado como líder en su quehacer de formador; no obstante, su papel de liderazgo ha cambiado con el tiempo, por lo cual se requiere de docentes con compromisos, líderes transformacionales que motivan la interacción social entre los equipos de trabajo en el aula, induciendo el proceso continuo de mejoramiento para producir la innovación (Lázaro y Hernández, 2020). Su esencia se centra en la toma de decisiones, la motivación, el deseo de llevar lo aprendido teóricamente a la práctica, con el propósito de generar cambios sociales con respeto al medio ambiente, al desarrollo sostenible para el bienestar del presente y del futuro.

Por lo tanto, es pertinente considerar que en la formación de los estudiantes de la carrera de Trabajo Social, el docente les sirva de modelo, les enseñe como intervenir en las comunidades para que en la medida que ejecuten actividades con la gente del medio, se propicie el desarrollo sostenible, por lo cual, dentro de las asignaturas, se promueven proyectos sociales que coadyuven al trabajo en equipo, cooperativo de estudiantes junto a la comunidad para generar cambios sociales, económicos que contribuyen con la satisfacción de las necesidades y promuevan las transformaciones necesarias para esa localidad.

4. Materiales y métodos

Para el desarrollo del estudio, se consideró la metodología cualitativa, planificada con la ejecución de proyectos de intervención social conjuntamente con los ciudadanos de las comunidades seleccionadas, luego de realizarse un diagnóstico social, por lo cual se trabajó en: Los Arenales, El Milagro de Crucita, Calceta de Portoviejo, Manabí, durante el periodo académico octubre 2022/2023. Para ello, se abordaron acciones con el paradigma crítico reflexivo o socio crítico que desde la percepción de Miranda y Ortiz

(2020: 11), se refiere a "procesos investigativos vistos como espacios de participación, responsabilidad social y compromiso frente a las necesidades y expectativas de las comunidades" que, con base en las apuestas por la transformación emancipatoria, transitan por el camino para la toma de decisiones en beneficio común.

Se consideró la Investigación Acción Participativa (IAP) que, de acuerdo con Ramos (2015: 13), "se contextualiza en una práctica investigativa caracterizada por una acción-reflexión-acción, que implica que el investigador busque generar un cambio y liberación de opresiones en un determinado contexto social", por ser considerado como un actor más dentro de la realidad estudiada. Por ello, el investigador actúa como un sujeto más, al permitirse por medio de la autorreflexión, actuar y transformar las realidades, siendo el primer paso para la transformación social, involucrando grupos sociales que buscan como fin mutuo la generación de nuevos conocimientos a partir de su propia experiencia (Martínez, 2013).

Desde este contexto, desde el liderazgo del docente quien influye en la acción de sus estudiantes, se evidenció la necesidad de conducir el proceso de aprendizaje de ellos a partir de "temas específicos, a través de estrategias pedagógicas que faciliten su aprendizaje, activando factores como la motivación, la utilidad para la vida, la resolución de problemas básicos, la activación de la memoria lógica y el razonamiento" (Guevara y Rodríguez, 2021: 210), integrando acciones mediante el desarrollo de proyectos sociales llevándolos a cabo junto a la comunidad para el logro de las necesidades y expectativas del colectivo.

5. Análisis y discusión de los resultados

Se presentan como resultados, los proyectos de intervención social liderizados por Guillén de Romero (2020), desarrollados por los estudiantes de

la cátedra Intervención profesional I, de la Universidad Técnica de Manabí, materializados en distintas comunidades de Portoviejo de Manabí, los cuales enfatizan en acciones de la Educación del Desarrollo Sostenible. Por lo tanto, a continuación se presentan como resultado de este estudio, los respectivos proyectos ejecutados, resaltando los aspectos relevantes sobre estos:

Barreto *et al.* (2023) desarrollaron el proyecto "Desarrollo sostenible en el sector pesquero de la comunidad Los Arenales de la parroquia Crucita para conservar sus especies marinas", cuyo propósito fue promover el desarrollo sostenible en los integrantes de la cooperativa de producción pesquera artesanal, fortalecer a la comunidad pesquera sobre la importancia de la conservación de las especies marinas e incentivar a la población a participar en las diferentes actividades, quienes tomando en cuenta su realidad social diaria, construyen un aprendizaje significativo, gratificante al ser protagonistas de la acción. Esta formación se incentivó a través de diferentes actividades, en función de los intereses y expectativas de la comunidad, fortaleciendo el aprendizaje del cuidado de los peces, siendo un método de conocimiento y motivación que impulsa el desarrollo sostenible.

Barreto *et al.* (2023) le plantearon a la comunidad un plan de trabajo obteniendo como resultado que la misma identificara la situación problema que, como sector pesquero, tienen y se logró a través de charlas y reuniones constantes, concienciar con mensajes claros y eficaces como evitar daños a las especies marinas, implementando distintas actividades, que permitieron un cambio en la gente de la comunidad en cuanto a la riqueza pesquera que poseen y cómo manejar la pesca sin afectarla, obteniendo beneficios de pervivencia con ella (FIGURA 1).



Fomentar el desarrollo sostenible a la comunidad pesquera, charlas sobre la preservación de las especies marinas. Debate con los participantes.

FIGURA 1. Proyecto Desarrollo sostenible (sector pesquero), comunidad Los Arenales, parroquia Crucita para conservar sus especies marinas. Fuente: Barreto *et al.* (2023)

Se destaca la similitud del propósito de este proyecto y sus resultados con los planteamientos de Guillén *et al.* (2020), en cuanto a entender que el desarrollo sostenible a nivel mundial se encuentra entrelazado con el crecimiento económico, por eso se puede evidenciar cada día el interés de impulsar proyectos viables, innovadores y de fortalecimiento en pro de la estabilidad y bienestar de la población, en los contextos económico, social y la transparente atención así como protección que se le debe otorgar al medio ambiente, cuidándolo en todo momento, asegurando que las personas tengan la información y los conocimientos pertinentes para el desarrollo sostenible y los estilos de vida en armonía con la naturaleza.

De igual manera, existe similitud del proyecto de Barreto *et al.* (2023) con el de Martínez y Molina (2019), quienes realizaron un diagnóstico de sostenibilidad ambiental para la comunidad pesquera del Municipio de Tubará -Atlántico, Colombia, y observaron que a pesar que la pesca representa un medio de sustento para muchas personas en distintas áreas del país, hay desconocimiento de las situaciones actuales de los pescadores artesanales, repercutiendo en las políticas y programas de gestión pesquera, las cuales no se ajustan a las condiciones reales de estas comunidades, tomando en cuenta la sobre explotación de los recursos, malas prácticas pesqueras, los impactos generados al medio ambiente, los índices de pobreza, la falta de

educación y de oportunidades de desarrollo han influido, haciendo que su actividad se encuentra amenazada y lejos de ser llamada pesca sostenible.

Otro de los resultados en cuanto a los proyectos de intervención social es el desarrollado por García *et al.* (2023), titulado "El reciclaje para concienciar a la comunidad El Milagro sobre el depósito adecuado de los desechos", partiendo del diagnóstico de la comunidad que permitió conocer acerca de las costumbres de consumo de los individuos y al desconocimiento sobre cómo tratar los desechos sólidos, y de acuerdo a la detección de necesidades manifestadas por los informantes claves, se establecieron prioridades para el desarrollo del proyecto.

En el plan de trabajo, se llevaron a cabo conversatorios, donde los estudiantes lograron analizar los problemas existentes en el sector El Milagro, a través de lo expuesto por la comunidad, de manera que al sensibilizarlos sobre la situación evidenciada acerca de los residuos sólidos, pudieron llegar a propuestas de cambio a través del reciclaje, brindándose talleres prácticos como alternativa para el manejo de los residuos sólidos, además, de evaluar el impacto de las acciones y resultados obtenidos en cuanto al uso adecuado de los mismos y como prepararse para propiciar el desarrollo sostenible, confirmándose una gran participación de la comunidad en la ejecución de las actividades desarrolladas (FIGURA 2).



FIGURA 2. Proyecto El reciclaje para concienciar a la comunidad 'El Milagro' sobre el depósito adecuado de los desechos. Fuente: García *et al.* (2023)

Por lo tanto, como resultado se obtuvo, luego de desarrollar las actividades planificadas entre los estudiantes y la comunidad, el fortalecimiento de hábitos y actitudes de respeto por el medio ambiente, sensibilizándose en torno a los problemas ambientales, al fomentar el reciclaje para reducir el impacto medio ambiental de los residuos sólidos, logrando promover una convivencia equilibrada y armónica entre el ser humano y la naturaleza, proponiendo involucrar a los entes gubernamentales para el apoyo de las gestiones necesarias.

Estos resultados concuerdan con el trabajo desarrollado por Muñoz *et al.* (2019), quienes tuvieron que asumir el difícil control del manejo de los residuos sólidos en el sector El Carmen de Manabí, por lo cual, propusieron dos alternativas que incluyen aspectos básicos, la segregación en el origen de los residuos y su recolección diferenciada con vistas a reutilizar parte de estos residuos como materia prima, así como el compostaje y reciclaje; además, con un nuevo sistema de gestión de los residuos sólidos urbanos en el municipio que involucró la construcción de un relleno sanitario y las ordenanzas para una adecuada planificación y

manejo de los residuos sólidos urbanos, cuestión que se sugiere como estrategia positiva.

Se presenta además como resultado, el proyecto de intervención social desarrollado por Enríquez *et al.* (2023), titulado "La educación en valores hacia el desarrollo sostenible en los estudiantes de la Unidad Educativa Capitán Edmundo Chiriboga", planteando que el trabajador social en su accionar, debe organizar, planificar y propiciar el concienciar a la población, para lograr de esta una actitud abierta hacia el mejoramiento de la calidad de vida.

Por ello, en la institución educativa del cantón Calceta, provincia de Manabí, los estudiantes participantes del proyecto diagnosticaron algunas necesidades que presenta la institución entre ellas, con respecto a reforzar los valores y conocimientos sobre la sostenibilidad ambiental, fortalecer los conocimientos del reciclaje, intensificar la motivación del reciclaje y reforzar los conocimientos para el cuidado de la naturaleza. Para ello, conformaron el proyecto de intervención con los estudiantes, docentes y comunidad de la institución educativa, incentivándolos al cuidado del medio ambiente, mediante formación en valores (FIGURA 3).



FIGURA 3. Proyecto: La educación en valores hacia el desarrollo sostenible en los estudiantes de la unidad educativa Capitán Edmundo Chiriboga. Fuente: Enríquez *et al.* (2023)

Para el logro del desarrollo sostenible es importante fortalecer los valores de respeto, solidaridad, entre otros para lograr que la comunidad aprecie lo que la naturaleza le aporta; de allí que este proyecto muestra semejanza con el desarrollado por Pastor (2019), quien propuso la "Educación para el Desarrollo Sostenible: Propuesta de Intervención para un Centro Educativo enclavado en el Medio Rural", cuyos objetivos propiciaron regular espacios de aprendizaje en contextos de diversidad que atienden el respeto a los derechos humanos conformando valores de formación ciudadana, para colaborar con los distintos sectores de la comunidad educativa y del entorno social, al fomentar la convivencia en el aula y fuera de ella y abordar la responsabilidad individual y colectiva en la consecución de un futuro sostenible, entre otros.

Además, otro de los resultados expuestos, es el proyecto desarrollado por Delgado *et al.* (2023) referido a la "Educación ambiental a través de la protección y preservación de la playa de la Parroquia Crucita en el período diciembre 2022 hasta febrero 2023", donde se indagaron los aspectos y las características más relevantes que presenta la comunidad y como afectan el desarrollo integral de sus habitantes, por lo cual, estudiantes y comunidad ejecutaron actividades de saneamiento ambiental para la eliminación de desechos sólidos en la playa.

Asimismo, en el proyecto se desarrollaron actividades de participación donde se discutieron aspectos acerca de la cultura ambiental de las comunidades pesqueras, contribuyendo a ampliar sus conocimientos, mejorar sus prácticas pesqueras,

además, fortalecer los hábitos del cuidado de los espacios recreativos naturales a toda la población, para contribuir con el cuidado y preservación del medio ambiente, como parte del desarrollo sostenible.

Es pertinente mencionar que el proyecto sobre educación ambiental para la protección y preservación concuerda con el realizado en Colombia por Díaz y Suárez (2020), quienes consideran que la cultura ambiental es un factor indispensable en el desarrollo sostenible del planeta, para lo cual es necesario utilizar estrategias que induzcan a mejorar el comportamiento del hombre y su interacción con la sociedad y la naturaleza, logrando así, un equilibrio del medio ambiente en materia de recursos y de la actividad económica, ejecutando el proyecto en las comunidades pesqueras.

Otro proyecto presentado como resultado en este estudio, desarrollado por Alarcón *et al.* (2023) es el titulado "La cultura de reciclaje en el fortalecimiento del desarrollo sostenible en los estudiantes de la Facultad de Ciencias Humanísticas y Sociales de la Universidad Técnica de Manabí", identificando las necesidades de la comunidad extraídas del análisis del diagnóstico del proyecto, direccionando el proceso de confrontación y combinación de carencias para facilitar sus prioridades, para fomentar la cultura del reciclaje en los estudiantes, incentivar la educación ambiental, influir de forma positiva en el cuidado del medio ambiente, de manera que la comunidad evidencie y asuma las acciones de cambio (FIGURA 4).



FIGURA 4. Proyecto La cultura de reciclaje en el fortalecimiento del desarrollo sostenible en los estudiantes de la Facultad de Ciencias Humanísticas y Sociales de la UTM de Manabí. Fuente: Alarcón *et al.* (2023)

El control del proyecto para fomentar el reciclaje en la UTM viene avalado por el diseño de una evaluación, continua y sistemática de cada actividad desarrollada por los participantes, quienes ejecutaron actividades de intervención, marcados en las acciones del proyecto con base a los criterios de pertinencia, suficiencia, progreso, eficacia, eficiencia que dan solidez y respaldan la calidad del proyecto, similar al estudio de Nadas (2021), quien también trabajó para el fortalecimiento de la cultura de reciclaje y la reutilización desde la axiología ambiental en los estudiantes, cuyos los resultados permitieron conocer las debilidades en relación a la situación actual de la basura en la institución y la comunidad.

Asimismo, se encuentra convergencia con los resultados del proyecto de Gonzales y Moreno (2022), quienes determinaron la necesidad de gestionar los residuos sólidos relacionándolos con la educación ambiental para el desarrollo sostenible y el fortalecimiento de la cultura ambiental, enfatizando en la necesidad de formación ambiental desde la perspectiva de la EADS en los distintos niveles educativos resulta esencial para la generación de una cultura ambiental sostenible.

Otro de los resultados de este estudio es el proyecto de Bueno *et al.*(2023), dirigido a

“Promover la cultura del huerto escolar para hacer conciencia y llevar una vida equilibrada y saludable en los estudiantes de 6to año de educación básica de la “Unidad Educativa Lodana” del Cantón Santa Ana, Provincia de Manabí”, partiendo de algunas necesidades que presentaba la institución para reforzar los conocimientos y las técnicas de cultivo, fortalecer y motivar el consumo de alimentos saludables, realizando actividades para fortalecer los conocimientos acerca de los beneficios del cultivo al promover huertos escolares, para fomentar el cultivo de hortalizas de buena calidad, incentivar la participación de los estudiantes en el proyecto de cultivos de plantas medicinales a partir de las propuestas.

Entre las actividades realizadas estuvo socializar el proyecto de intervención con el personal de la institución educativa, promoviendo el aseo y control de las áreas adyacentes internas, demostrándole a los estudiantes como sembrar y cuidar las plantas como elemento especial del desarrollo sostenible, conociendo el hecho que la persona aprende haciendo, y esto contribuye a valorar que la naturaleza y todo lo que está en ella es importante para el hombre, de allí la importancia de darle atención y cuidado por el bien personal y del colectivo (FIGURA 5).



FIGURA 5. Proyecto promover la cultura del huerto escolar. Fuente: Bueno *et al.* (2023)

Se encuentra coincidencia de este proyecto con el realizado por Jaraba (2021), quien considera que el huerto escolar es una estrategia pedagógica y ambiental en la reutilización de material plástico al generarse entre estudiantes y comunidad actividades acerca del manejo de los residuos sólidos, la importancia de la conservación de los ecosistemas y el desarrollo sostenible para contribuir con la conservación de su entorno ecológico, de tal forma que su impacto sea favorable para la comunidad educativa. Por ello, Nadales (2017) plantea la importancia de desarrollar acciones dirigidas a los estudiantes con el fin de fortalecer todo el contenido del cuidado del ambiente en concordancia a las nuevas políticas educativas de manera de interactuar para la protección y defensa del ambiente para un desarrollo sostenible.

6. Conclusiones

Este artículo ha permitido determinar la respuesta que, a través de proyectos sociales de intervención, se hacen desde una asignatura Intervención Profesional I, de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador, donde el liderazgo del docente impulsa a los estudiantes a la elaboración de acciones a través de la investigación acción participativa, que abordan necesidades presentes tanto en contextos formales, como no formales e informales, siendo una opción para la transformación.

Además, este tipo de trabajo sitúa al estudiante en la actitud de responder a necesidades reales con herramientas, estrategias y competencias adquiridas en su formación universitaria, influenciados con el propósito de intervenir para modificar las variables que se buscaba optimizar por medio de dicha implementación, de allí que la importancia de los proyectos sociales radica en la definición de resolver un problema conjuntamente con el colectivo o atender una necesidad que la afecte, al poner en marcha de la diversidad de proyectos de intervención social, con relación al desarrollo sostenible.

De igual manera, se asume que la justa gestión positiva de los recursos naturales permite alcanzar una cultura ambiental basada en enfoques pedagógicos desde la Educación Ambiental para el

Desarrollo Sostenible, con la incorporación de hábitos expresados en la práctica de estrategias de ahorro, reducción, reutilización y reciclaje, entre otros; considerando el modelo de economía circular basado en la ecoeficiencia para el manejo de los mismos, aplicado también en los procesos productivos donde se requiere de la práctica de valores, actitudes, creencias y conocimientos con la finalidad de reducir al máximo el impacto ambiental sobre los recursos y los ecosistemas.

Entonces, se concluye que los proyectos de intervención social coadyuvan a una EDS, utilizándose como herramienta elemental razonar conscientemente sobre la importancia de preservar el entorno y ser capaces de vigorizar los valores, conductas y estilos de vida, ampliar los conocimientos acerca del sistema de valores medio ambientales personales, creencias sobre la relación con el entorno, vinculadas al sistema personal de valores mediante el desarrollo de huertos escolares, de eco escuelas, el saber reciclar, reutilizar, reducir, el cuidado de las playas, entre otros, el respeto en sí a la naturaleza misma, que cada día nutre a la sociedad de oxígeno puro y de espacio recreativo agradable de tranquilidad, para el bienestar de todos los seres vivos.

Por otro lado, la participación plena de los estudiantes universitarios en el accionar permitió en cada uno de los proyectos presentados como resultados, ver cristalizada la ejecución de diversidad de acciones de intervención social, las cuales generaron aprendizaje significativo y colaborativo, de equipo de trabajo, que impulsó valores como el compromiso, la corresponsabilidad, el compañerismo, el trabajo, la paciencia, entre otros.

Por ello, se asume en este estudio que, la educación para el desarrollo sostenible se logra también a través de la vía de planificación y ejecución de proyectos de intervención social, que desde el escenario universitario convierten al profesor en un líder de la acción para propiciar mediante las actividades académicas, de investigación y vinculación, la participación de cada uno en el desarrollo profesional de los estudiantes y así, se alcanza el aprender para hacer, para ser y convivir.

7. Referencias citadas

- ALARCÓN, F.; MENDOZA, M.; PULGARIN, S.; QUIJIJE, K.; YUNDA, Y. y N. ZAMBRANO. 2023. *La cultura de reciclaje en el fortalecimiento del desarrollo sostenible en los estudiantes de la Facultad de Ciencias Humanísticas y Sociales de la Universidad Técnica de Manabí*. Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. Trabajo de Grado (Inédito).
- AMBER, D. 2020. "Proyectos de intervención educativa". En: M. P. PEGALAGAR (Coord.), *El Trabajo Fin de Grado en Ciencias de la Educación: Orientaciones para su elaboración y defensa*, pp. 171-197. McGraw-Hill. México.
- BARRETO, L.; GARCÍA, A.; MERA, M.; MUÑOZ, L. y Y. PONCE. 2023. *Desarrollo sostenible en el sector pesquero de la comunidad "Los Arenales" de la parroquia Crucita*. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. Trabajo de grado. (Inédito).
- BUENO, D.; COBEÑA, Y.; FIGUEROA, M.; PONCE, N. y L. SOLÓRZANO. 2023. *Promover la cultura del huerto escolar para hacer conciencia de llevar una vida equilibrada y saludable en los estudiantes de 6to año de educación básica de la "Unidad educativa Lodana" del cantón santa Ana, provincia de Manabí*. Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. Trabajo de Grado. (Inédito).
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA y EL CARIBE (CEPAL). 2016. *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Disponible en: <http://www.sela.org/media/2262361/agenda2030-y-los-objetivos-de-desarrollosostenible.pdf>.
- CORTÉS-NÁJERA, M. del R. 2021. "Liderazgo como herramienta de motivación, para preparar a los estudiantes universitarios a enfrentar los desafíos del mundo globalizado". *Con-Ciencia Boletín Científico De La Escuela Preparatoria No. 3*, 8(16): 26-28.
- DELGADO A.; MARTÍNEZ K.; OREJUELA N.; PONCE D.; PLAZA, Y. y K. VERA. 2023. *Educación ambiental a través de la protección y preservación de la playa de la parroquia crucita en el período diciembre 2022 hasta febrero 2023*. Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. Trabajo de Grado. (Inédito).
- DÍAZ, D. y M. SUÁREZ. 2020. *Estrategias para el fomento de la cultura ambiental en comunidades pesqueras caso Tubará, Atlántico, Colombia*. Universidad de la Costa. Universidad de la Costa-CUC Departamento de Civil y Ambiental, Colombia. Trabajo de Grado de Ingeniería Ambiental.
- ENRRIQUEZ, D.; LEAL, D.; PONCE, G.; ROMERO, E y N. VILLALVA. 2023. *La educación en valores hacia el desarrollo sostenible en los estudiantes de la unidad educativa Cap. Edmundo Chiriboga*. Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. Trabajo de Grado. (Inédito).
- FREITAS DE TORRES, L. 2021. *La educación, ¿cuáles son sus propósitos?* Universidad Abierta. México.

- GARCÍA A. M. y L. RICE. 2021. *Guía de diseño y evaluación de proyectos Sociales para la sociedad civil y el sector privado*. Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF). Chile. Disponible en: <http://sociedadcivil.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/>.
- GARCÍA, M.; LUCAS, A.; PÁRRAGA, L.; PONCE, N. y E. SÁNCHEZ. 2023. *El reciclaje para concienciar a la comunidad "El Milagro" sobre el depósito adecuado de los desechos*. Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. Trabajo de Grado. (Inédito).
- GÓMEZ, C. y DÍAZ, J. A. 2013. "Origen del concepto de desarrollo sostenible". En: C. GÓMEZ y J. A. DÍAZ (Ed), *Referencias para un análisis del desarrollo sostenible*, pp. 7-16. Universidad de Alcalá. España.
- GONZALES, J. B. y J. P. MORENO. 2022. "La gestión de residuos sólidos y su relación con la educación ambiental para el desarrollo sostenible y el fortalecimiento de la cultura ambiental. Una revisión". *Rev. Hacedor*, 6(2): 44-59.
- GUEVARA, C. N. y L. M. RODRÍGUEZ. 2021. "Doctrina económica-financiera y contable: Un reto en la educación infantil". *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVII(1): 206-215. Disponible en: <https://doi.org/10.31876/rcs.v27i1.35307>.
- GUILLÉN DE ROMERO, J.; CALLE GARCÍA, J.; GAVIDIA PACHECO, A.; VÉLEZ SANTANA, A. 2020. "Desarrollo sostenible: Desde la mirada de preservación del medio ambiente colombiano". *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVI(4): 293-307. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28065077023>.
- GUILLÉN DE ROMERO, J. 2020. *Programa analítico. Syllabos de Intervención Profesional I*. Carrera de Trabajo Social. Manabí, Universidad Técnica de Manabí. Facultad de Ciencias Humanísticas y Sociales. Ecuador.
- IFSW, INTERNATIONAL FEDERATION OF SOCIAL WORKERS FITS. 2014. *Global Definition of Social Work*. Disponible en: <https://www.ifsw.org/what-is-social-work/global-definition-of-social-work/>. [Consulta: marzo, 2023].
- INTERNATIONAL FEDERATION OF SOCIAL WORKERS (FITS). 2021. *Documento de Política*. Proceso liderado por la Comisionada de la ONU 2019-2021 y aprobado por la junta global de la FITS en marzo de 2021.
- INTERNATIONAL FEDERATION OF SOCIAL WORKERS (FITS). 2012. *Globalization and the Environment*. Disponible en: <https://www.ifsw.org/globalisation-and-the-environment/>. [Consulta: marzo, 2023].
- IASSW; ICSW & IFSW. 2019. *Reflections on the Next Global Agenda*. Volume 1. Disponible en: <https://www.ifsw.org/product/books/reflections-on-the-next-global-agenda-volume-1/>.
- JARABA, G. 2021. *Huerta escolar, una estrategia pedagógica y ambiental en la reutilización de material plástico con estudiantes del grado quinto de la institución educativa Pio XII de Corozal*. Universidad Abierta y a Distancia. Sincelejo, Depto. Sucre, Colombia. Trabajo de grado (Inédito).

- LÁZARO, H. y G. HERNÁNDEZ. 2020. "Liderazgo docente en la perspectiva de universitarios". *Horizonte de la Ciencia*, 10(18). Disponible en: <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2020.18.404>.
- MARTÍNEZ, M. 2013. *La investigación cualitativa etnográfica en educación*. (3 ed). Círculo de lectura alternativa. Bogotá, Colombia.
- MARTÍNEZ, H. y M. MOLINA. 2019. *Diagnóstico de sostenibilidad ambiental para la comunidad pesquera del municipio de Tubará - Atlántico, Colombia*. Universidad de la Costa. Barranquilla, Colombia. Trabajo Especial de Grado. (Inédito).
- MIRANDA, S. y J. ORTIZ. 2020. "Los paradigmas de la investigación: un acercamiento teórico para reflexionar desde el campo de la investigación educativa". *RIDE*, 11(21). Disponible en: <https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/717/2573>. [Consulta: enero, 2023].
- MUÑOZ-MENÉNDEZ, MARÍA; SANTOS-HERRERO, R.; y T. CÁRDENAS-FERRER. 2019. "Residuos sólidos urbanos en la ciudad del Carmen, Manabí Ecuador. Análisis del Sistema de Gestión". *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 5(2): 702-713. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v5i2.1120>.
- NADALES DÍAZ, E. D. V. 2017. "Fortalecimiento de la cultura del reciclaje y la reutilización desde la axiología ambiental". *Revista Científica*, 2: 133-153. Disponible en: <https://doi.org/10.29394/scient>.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU). 1972. *Primera conferencia mundial sobre el medio ambiente*. Estocolmo, Suecia. Disponible en: <https://www.un.org/es/conferences/environment/>.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU). 1992. *La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), Cumbre para la Tierra*. Río de Janeiro, Brasil.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU). 2002. *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD)*. Johannesburgo, Sudáfrica.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA y LA CULTURA (UNESCO). 2020. *Educación para el Desarrollo Sostenible, Hoja de ruta. Sector de Educación. Educación 2030*. Publicado por UNESCO. París, Francia. Disponible en: <https://www.unesco.org/es/education/sustainable-development>.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA y LA CULTURA (UNESCO). 2017. *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible Objetivos de aprendizaje*. París, Francia. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0025/002524/252423s.pdf>.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA y LA CULTURA (UNESCO). 2014. *Hoja de ruta para la ejecución del programa de acción mundial de educación para el desarrollo sostenible*. París, Francia.

- PASTOR, S. 2019, *Educación para el Desarrollo Sostenible: Propuesta de Intervención para un Centro Educativo enclavado en el Medio Rural*. Universidad de Valladolid, España. Trabajo de Grado. (Inédito).
- RAMOS, C. 2015, Los Paradigmas de la Investigación Científica. *Av. psicol.* 23 (1). Disponible en: http://www.unife.edu.pe/publicaciones/revistas/psicologia/2015_1/Carlos_Ramos.pdf. [Consulta: enero, 2023].
- RENDÓN, L.; ESCOBAR L., J. V.; ARANGO, Á.; MOLINA BENÍTEZ, J. A.; VILLAMIL, T. y D. VALENCIA. 2018. *Educación para el desarrollo sostenible: acercamientos desde una perspectiva colombiana*. *Revista producción + limpia* 13(2): 133-149. Disponible en: <https://doi.org/10.22507/pml.v13n2a7>.
- SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, M. 2020 "Intervención social desde el Trabajo Social". En: M. F. GIL CLAROS (Ed. Científica), *Pensando la Intervención Social*, pp. 67-73. Editorial Universidad Santiago de Cali. Cali, Colombia.
- SDSN AUSTRALIA/PACIFIC. 2017. *Getting started with the SDGs in universities: A guide for universities, higher education institutions, and the academic sector*. Australia, New Zealand and Pacific Edition. Sustainable Development Solutions Network Australia/Pacific
- SERRATE, S.; MARTIN, J., CABALLERO, D. y J. M. MUÑOZ. 2019, "Responsabilidad universitaria en la implementación de los objetivos de desarrollo Educar para la sostenibilidad en tiempos de pandemia sostenible". *European Journal of Child Development, Education and Psychopathology*, 7(2): 183-196. Disponible en: <https://doi.org/10.30552/ejpad.v7i2.119>.
- SIERRA-TAPIRO, J. P. 2020. "Elementos para pensar el trabajo profesional en los procesos de intervención en Trabajo Social como praxis". En: M. F. GIL CLAROS (Ed. Científica), *Pensando la Intervención Social*, pp. 47-55. Editorial Universidad Santiago de Cali, Colombia.

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Porto Viejo, provincia de Manabí, Ecuador; marzo, 2023
Revisión: julio, 2023

EL PAPEL DEL TERRITORIO
Y DE LAS POLÍTICAS TERRITORIALES
EN LA ESTRATEGIA DE RECUPERACIÓN,
TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA

J. Farinós Dasí, A. Serrano Rodríguez, coords.
J. Farinós Dasí, I. Lasata Zaballos,
E. Prada Llorente, E. Rando Burgos, eds.



VNIVERSITAT
ID VALÈNCIA

J. Farinós Dasí, A. Serrano Rodríguez, (Coords.)
J. Farinós Dasí, I. Lasata Zaballos, E. Parra Llorente, E.
Rando Burgos (Eds.)

**EL PAPEL DEL TERRITORIO Y DE LAS
POLÍTICAS TERRITORIALES EN LA
ESTRATEGIA DE RECUPERACIÓN,
TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA**

O papel do território e da política territorial na estratégia
de recuperação, transformação e resiliência

The role of the territory and territorial policies in the
recovery, transformation and resilience strategy

Publicaciones de la Universitat de València, España, 2022

ISBN: 978-84-9133-477-4

ISBN (PDF): 978-84-9133-478-1 (O.A.)

<http://dx.doi.org/10.7203/PUV-OA-478-1>

Edición Digital

María Andreina Salas-Bourgoin

Universidad de Los Andes

Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales

“Antonio Luis Cárdenas Colmener”

Mérida, Venezuela

bourgoin@ula.ve

<https://orcid.org/0000-0003-1405-4053>

La obra que tengo el agrado de reseñar es una publicación que nos pone en perspectiva sobre los nuevos derroteros de la política y la gestión territorial. Una obra que, por fortuna, es de descarga gratuita y está al alcance de todos aquellos que tenemos interés, por diversas razones, en el territorio, su papel en los cambios mundiales recientes así como en nuestra propia adaptación y resiliencia a ellos, y su aprovechamiento para una vida y convivencia más cónsona con los requerimientos de la humanidad y de la naturaleza.

Compila parte de los estudios presentados en el X Congreso Internacional de Ordenación del Territorio (2021) y nos presenta como apertura las conclusiones del evento las cuales, si bien reúnen fundamentalmente la perspectiva de especialistas españoles en el área, no son extrañas a los temas acuciantes de la ordenación del territorio, p. ej., en nuestra región latinoamericana, puesto que versan sobre la consideración de los límites de la tierra -superados ya por mucho- en las políticas territoriales, las transiciones ecológica y energética de cara al calentamiento global, los modelos de planificación ya obsoletos frente a los nuevos problemas, la reivindicación de la ordenación del territorio como planificación integral indispensable en el escenario actual, la cohesión territorial, la participación ciudadana y la necesaria retroalimentación teoría-práctica en la ordenación del territorio y el urbanismo.

Estructurada en cuatro partes, la obra desgrana los temas anteriores, en muchos casos, a través de estudios empíricos españoles a escalas local y regional que dan cuenta de los esfuerzos de recuperación, transformación y resiliencia tras la pandemia de COVID-19, pero también frente a otros retos, entre ellos, la crisis climática y los que impone el conflicto bélico en Ucrania, tras su invasión por parte de Rusia.

La primera parte, denominada "*El reto de la transformación. Hacia una transición ecológica y tecnológica*", plantea los desafíos y las oportunidades para nuestra adaptación a un escenario mundial rápidamente cambiante y, en gran parte incierto, teniendo al territorio como medio-intermediario; un escenario que, aun cuando está plagado de grandes incertidumbres, también incluye nuevas tecnologías para hacerle frente con más rapidez. Transición energética, mitigación y adaptación al cambio climático, políticas territoriales para la transición ecológica, realidades híbridas (fidigital) y territorio, transición digital y cohesión territorial, son algunos de los temas abordados en este primer apartado.

En la segunda parte intitulada: "*La ordenación y gestión integrada del territorio. Ecosistemas, matriz territorial y paisajes resilientes*", se discute ampliamente mediante casos de estudio, sobre la incorporación en la ordenación y la gestión territorial: del paisaje, de las infraestructuras verdes y de las soluciones basadas en la naturaleza para la adaptación al cambio climático. También aquí se abordan cuestiones vinculadas con la actualización de la planificación urbanística de cara al principio de desarrollo sostenible y la perspectiva paisajística, y las transformaciones territoriales como factor de vulnerabilidad ante el riesgo climático.

La tercera parte: "*Políticas y prácticas para el equilibrio, la articulación y la coherencia territoriales en el nuevo marco de la recuperación*", reúne tres conjuntos de investigaciones. Uno, si se quiere, de corte normativo-jurídico, en el que se discute sobre la utilidad de la legislación en materia de planificación ante las exigencias del cambio climático y sobre los problemas jurídicos a los que se enfrentan los planes de ordenación del territorio en España y sus consecuencias. Otro, de corte administrativo, en el que se analiza la inserción de la ordenación del territorio en el conjunto de la gestión pública para una gobernanza efectiva, y otro que aborda diversos problemas territoriales, entre ellos: desequilibrios territoriales, segregación residencial, concentración urbana-desigualdad social y despoblamiento rural.

De este apartado es necesario referir dos estudios centrados en nuestra región latinoamericana. El primero, de Ángel Massiris, titulado: "Debilidades y desafíos de la coordinación intersectorial y articulación multinivel en la planificación y gestión del desarrollo y ordenamiento territorial en América Latina". El segundo, de Héctor Cortez, que lleva por nombre: "Concentración urbana y desigualdad socioeconómica: una dicotomía latente del ordenamiento territorial en América Latina".

Finalmente la cuarta parte, titulada "*Nuevas agendas locales. Hacia ciudades y territorio más saludables e inteligentes*", centra la atención en la escala local, ya sea de espacios urbanos o rurales, mediante estudios que plantean cuestiones como la financiación de los instrumentos de planificación urbana, la gobernanza urbana para la defensa de los derechos de los ciudadanos y de la ciudad que aspiran, la adaptación de los espacios urbanos al cambio climático, la regeneración o renovación urbana y los problemas que genera la descoordinación entre el 'aparato' jurídico-administrativo de la planificación urbana y la propia dinámica de las ciudades. Como pueden apreciar a través este rápido paseo por el contenido de la obra, un experto en temas de territorio y políticas territoriales seguramente encontrará alguna referencia sobre su área específica de interés.

Después de leerla queda poco que agregar. En todo caso quiero recordar que la situación actual, desde el punto de vista social, económico y ambiental nos plantea un gran número de demandas, muchas de las cuales son conflictivas entre sí y, como recuerdan Herrero y Farinós, con soluciones que no siempre son adecuadas a los recursos disponibles en el planeta o que nos quieren retornar a enfoques en los que priva lo económico.

La descarbonización, p. ej., es una necesidad incuestionable pero a la par trae consigo mayor explotación minera, sustitución de cultivos con fines alimentarios por otros con fines energéticos, cambios del paisaje rural y sustitución de tierras agrícolas por campos de paneles solares, y si bien ello forma parte del proceso de mitigación del cambio climático, también representa una disyuntiva para la ordenación del territorio y, en general, para las políticas territoriales, porque implica uso del territorio y transformaciones territoriales que social, económica y ambientalmente hablando, beneficia a unos pero también perjudica a otros, no solamente en lo inmediato sino también en el largo plazo. Por ende, si en la actualidad hay un campo de investigación y de acción que demanda multidisciplinariedad, integración, renovación, precaución, eficiencia, ética y responsabilidad social y ambiental, ese es el vinculado al territorio y su gestión.