

2026

REVISTA PORTUGUESA DE ESTUDOS REGIONAIS

PORTUGUESE REVIEW OF REGIONAL STUDIES

Edição Especial | n° 75 | Avulso €15

Diretor José Cadima Ribeiro

Co-Editores Rui Alexandre Castanho, António Abreu, João Vidal Carvalho



2026

REVISTA PORTUGUESA DE ESTUDOS REGIONAIS

PORTUGUESE REVIEW OF REGIONAL STUDIES

Edição Especial | nº 75 | Avulso €15

Diretor José Cadima Ribeiro

Co-Editores Rui Alexandre Castanho, António Abreu, João Vidal Carvalho



Revista Portuguesa de Estudos Regionais

Portuguese Review of Regional Studies

Nº 75, 2026, Número Especial

Editor-Chefe

José Cadima Ribeiro, Universidade do Minho

Co-Editores

Conceição Rego, Universidade de Évora

João Marques, Universidade de Aveiro

Comité Editorial

Alejandro Cardenete, Universidade de Loyola (Andaluzia)

Amador Dúrán Sanchez, Universidade da Extremadura

Ana Lúcia Sargento, Inst. Politécnico de Leiria

António Almeida, Universidade da Madeira

António Caleiro, Universidade de Évora

António Covas, Universidade do Algarve

António Pasqualetto, Pontifícia Universidade

Católica de Goiás

Artur Rosa Pires, Universidade de Aveiro

Aurora Teixeira, Universidade do Porto

Bekzot Janzakov, Universidade Internacional de Turismo e Património Cultural da Rota da Seda (Uzbequistão)

Carlos Azzoni, Universidade de São Paulo

Carlos Balsas, Universidade de Ulster

Carlos Pimenta, Univ. Federal de Itajubá

Celeste Eusébio, Universidade de Aveiro

Claudia Maldonado-Erazo, Escola Superior Politécnica de Chimborazo

Eduardo Haddad, Universidade de São Paulo

Eduardo Oliveira, Universidade de Kiel

Elisabeth Kastenholz, Universidade de Aveiro

Fernando Perobelli, Univ. Federal de Juiz de Fora

Francisco Carballo-Cruz, Univ. do Minho

Francisco Venegas-Martínez, Instituto Politécnico Nacional (México)

Gertrudes Guerreiro, Universidade de Évora

Hélder S. Lopes, Universidade do Minho

Hugo Pinto, Universidade do Algarve

Iva Miranda Pires, Univ. Nova de Lisboa

João Leitão, Universidade da Beira Interior

João Pedro Ferreira, Universidade de Virginia

José Álvarez García, Univ. de Extremadura

José António Cabral Vieira, Universidade dos Açores

José Freitas Santos, Inst. Politécnico do Porto

José Pedro Pontes, Universidade de Lisboa

José Reis, Universidade de Coimbra

Leonida Correia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Laurentina Vareiro, Inst. Politécnico do Cávado e do Ave

Makhabbat Ramazanova, Univ. Portucalense

M^a de la Cruz del Río Rama, Univ. de Vigo

Mário Fortuna, Universidade dos Açores

Moacir José dos Santos, Universidade de Taubaté

Mônica Franchi Carniello, Universidade de Taubaté

Nuno Ornelas Martins, Univ. Católica (Porto)

Patrícia Melo, Universidade de Lisboa

Paula Cristina Remoaldo, Univ. do Minho

Paulo Pinho, Universidade do Porto

Paulo Reis Mourão, Universidade do Minho

Paulo Dias Correia, Universidade de Lisboa

Pedro Costa, ISCTE-Inst. Univ. de Lisboa

Pedro Cuesta Valiño, Universidade de Alcalá

Regina Salvador, Universidade Nova Lisboa

Rui Alexandre Castanho, Universidade WSB (Polónia)

Rui Ramos, Universidade do Minho

Sandra Saúde, Instituto Politécnico de Beja

Sérgio Paulo Leal Nunes, Instituto Politécnico de Tomar

Tomaz Ponce Dentinho, Univ. dos Açores

Xésus Pereira López, Univ. de Santiago de Compostela

Indexação

A Revista Portuguesa de Estudos Regionais está indexada nas seguintes bases de dados bibliográficas:

EconLit e bases associadas (*JEL on CD*; *e-JEL*; *Journal of Economic Literature*), *Qualis* (Brasil), *Latindex*, *Dialnet*, *Google Scholar*, *AskBisht* e *Scopus* [SJR (2025) = 0,171; Cite Score (2025) = 0,8; H-Index (2025) = 10].

Secretariado executivo Ana Beatriz Ramos

Propriedade e Edição ©APDR

Associação Portuguesa para o Desenvolvimento Regional
Universidade dos Açores, Rua Capitão João D'Ávila
9700-042 – Angra do Heroísmo
rper.geral@gmail.com

<https://www.review-rper.com>

Periodicidade Quadrimestral (janeiro; maio; setembro)

Preço Avulso 15€ • Assinatura 30€ (Portugal) e 45€ (estrangeiro)
Impressão Studioprint • **Tiragem** 30 exemplares
Depósito legal 190875/03 • **ISSN** 1645-586X • **e-ISSN** 2184-9269

ÍNDICE

7 Editorial

9 Artificial Intelligence Governance and Industrial Development: Transnational Spillovers, Technology Transfer, and Sustainable Territorial Implications in Brazil

Klemens Katterbauer, Rui Alexandre Castanho, Sema Yilmaz

27 How Do Subnational Governments Contribute to Territorial Development? An Exploratory Analysis of Public Goods and Services Provided by Uruguay's Departmental Governments

Adrián Rodríguez-Miranda, Camilo Vial

45 Entre las Miradas Institucionales y Ciudadanas: Análisis de los Procesos Participativos y Deliberativos en los Planes de Desarrollo Comunal (PLADECO) en Tres Ciudades Intermedias de Chile

Felipe E. Valenzuela Espinosa

61 Wine Tourism as a Catalyst for Territorial Sustainability. A Theoretical Approach Towards Responsible Wine Tourism by 2050

María Isabel Ramos-Abascal

71 Heritage on the Move: Conditions and Reasons of Use of Passenger Rail Service in South-Central Chile (Biobío and Araucanía)

Matías Riquelme Brevis, Aurora Martínez Corral, Eduardo Sandoval-Obando

85 From Fire to Light: Technological Innovation and Sustainability in Christmas Celebrations of Domestic Regenerative Tourism

Ángel Acevedo-Duque, Jorge Suárez Campos, Marisela Pilquiman Vera, Egon Montecinos Montecinos, Lisandro Roco

103 Technical and Technological Training and Sustainable Development of Tourism Microenterprises Within the Framework of the Orange Economy

Jenny Alexandra Segura Osuna

117 Route Optimization Using Genetic Algorithm for Visitors to Legends Park

Hugo Vega-Huerta, David Tupayachi Rivas, Jahir Hernandez Mayhuay, Marcelo Damian Chapoñan, María Puelles-Bulnes, Rubén Gil-Calvo, Javier Cabrera-Díaz, Gisella Luisa Elena Maquen-Niño

139 Implementación de la Contratación por Horas para las Empresas Públicas de Agua Potable y Alcantarillado en el Mejoramiento de la Planificación del Talento Humano

Ivanhoe Josafat Mafla Yépez, Bryan Gabriel Abendaño López, Héctor Sebastián Pérez Manosalvas,
Alejo Betty Pastora

161 Análisis de Retorno de Inversión y Ventajas Competitivas de la Implantación del Mantenimiento Predictivo en Plantas Fotovoltaicas para las Industrias Alimenticias

Kleber Miguel Ochoa Quitama, Johnathan Frank Samaniego Martínez, Héctor Sebastián
Pérez Manosalvas, Alejo Betty Pastora

183 Climate Change and Regional Development in South Africa: Exploring Emerging Research Trends

Chané de Bruyn, Rui Alexandre Castanho, Jose Manuel Jurado Almonte

Editorial Preface: Innovative Approaches in Education, Technology and Tourism for Sustainable Development

by the Guest Editors: Rui Alexandre Castanho, João Vidal Carvalho and António Abreu

Sustainable development is a key idea shaping global policies. However, putting it into practice is still an inconsistent exercise and often limited by separate sectors and dimensions. This Special Issue focuses on how education, technology, and tourism can work together to support sustainable development in a more unified regional and local way.

The articles in this collection respond to the idea that complex global issues, such as climate change, digital change, and social inequalities, cannot be solved by working as separate sectors. The United Nations (2015) in the 2030 Agenda for Sustainable Development stresses that reaching the Sustainable Development Goals (SDGs) needs joint efforts across policies, governments, and society. Nevertheless, there are ongoing gaps between plans and real action, especially in less central and fragmented regions.

This Special Issue takes a broad and interdisciplinary approach, collecting research on how education, technology, and tourism can work together to support sustainable development in different geographies. The core idea is that when these areas are coordinated, they can strengthen each other and make sustainability efforts more effective and easier to expand as well as replicate.

Many articles show how new digital tools like artificial intelligence (AI), the Internet of Things (IoT), and advanced data analytics can help make education and tourism more sustainable. In fact, these technologies improve monitoring, prediction, and decision-making, matching the goals in the European Commission's Digital Strategy (European Commission, 2020). However, the papers also point out that technology alone is not enough; but instead, success depends on the preparation of the institutions, the quality of governance, and people's digital skills.

Here, education is seen as more than just sharing knowledge. In fact, it is a critical catalyst for change. The articles about educational innovation highlight the importance of updating curricula, using digital learning, and teaching sustainability to encourage critical thinking and lasting behavior change. This matches UNESCO's (2020) view that education for sustainable development helps people and communities handle complex and uncertain situations.

In this Special Issue, tourism is viewed with a focus on sustainability, not just growth. The articles show that tourism can help develop regions, especially rural, remote, and culturally rich areas, if it is backed by coordinated planning and good governance. This supports OECD's (2021) findings that local policies and multi-level governance are important for balanced and inclusive regional development.

Contextually, a pivotal transversal dimension emerging from this Special Issue is the central role of governance and institutional coordination. Several contributions converge on the idea that the effectiveness of sustainability initiatives depends not only on technical design, but on the alignment between policies, stakeholders, and implementation mechanisms. In this regard, participatory and co-creation approaches are consistently highlighted as critical enablers, as they incorporate local knowledge, enhance legitimacy, and improve the overall effectiveness of interventions. Thereby, this convergence across diverse case studies and thematic perspectives reinforces the analytical depth of the Special Issue, enabling comparative insights and supporting the development of more robust and transferable knowledge frameworks.

Furthermore, this Special Issue is based on three international scientific events: ICITED'25, ICOTTS'25, and SD'25. These events provided spaces for discussion, validation, and sharing of research. This link makes the contributions more relevant and timelier, connects academic work with policy debates, and helps build a community across fields and regions.

Even with progress, the articles show that major challenges remain, especially with putting solutions into practice, scaling them up, and dealing with fragmented institutions. The "implementation deficit" is still a big problem in sustainable development, as the European Commission (2022) also tell us in its review of cohesion policy. Solving these needs not just new technology and education, but strong governance to keep efforts coordinated and aligned over time.

Therefore, with this Special Issue, a share of scientific results that may also add to the wider discussion about sustainable development is to be expected, providing a broad framework to help

both research and policymaking throughout, whilst bringing together views from education, technology, and tourism.

In summary, the articles in this collection show that sustainable development needs more than separate actions. It requires joined-up systems of knowledge, innovation, and governance. Connecting education, technology, and tourism, as discussed in this collection, offers a promising way to build stronger, more inclusive, and sustainable regions.

References

- European Commission (2020). Shaping Europe's Digital Future. Brussels.
- European Commission (2022). Cohesion Policy Report. Brussels.
- OECD (2021). Regional Development Policy and Multi-level Governance. Paris.
- UNESCO (2020). Education for Sustainable Development: A Roadmap. Paris.
- United Nations (2015). Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. New York.

Acknowledgments

This research was funded by Fundação para a Ciência e a Tecnologia (grant UID/05064/2025 - <https://doi.org/10.54499/UID/05064/2025>) and ALT2030-FSE+-01459600.

Artificial Intelligence Governance and Industrial Development: Transnational Spillovers, Technology Transfer, and Sustainable Territorial Implications in Brazil

Governança da Inteligência Artificial e Desenvolvimento Industrial: Spillovers Transnacionais, Transferência de Tecnologia e Implicações Territoriais Sustentáveis no Brasil

Klemens Katterbauer

Euclid University, Center for Islamic Meta-Finance, Bangui, Central African Republic
katterbauer@euclidfaculty.net
ORCID: 0000-0001-5513-4418

Rui Alexandre Castanho

VALORIZA – Research Centre for Endogenous Resource Valorisation, Polytechnic
Institute of Portalegre,
and
Advanced Research Centre, European University of Lefke, Lefke, Northern Cyprus, TR-
10 Mersin, Turkey
rui.castanho@ipportalegre.pt
ORCID: 0000-0003-1882-4801

Sema Yılmaz

Yıldız Technical University, Department of Economics, Türkiye.
sygenc@yildiz.edu.tr
ORCID: 0000-0002-3138-1622

Abstract

This study examines the relationship between artificial intelligence (AI) governance and industrial development, focusing on the transnational spillover effects of China's regulatory framework on Brazil. Positioned at the intersection of technology governance, territorial development, and sustainability, the paper analyses how emerging AI regulatory models generate indirect impacts on partner economies through mechanisms of technology transfer, infrastructure complementarities, and regulatory alignment. Using a difference-in-differences (DiD) approach applied to panel data from 25 Brazilian industrial sectors (2019–2025), the findings indicate that sectors with higher exposure to AI experienced a significant increase in output following the formalization of China–Brazil AI cooperation. The results reveal that these effects are mediated by open-source technological ecosystems, increased investment in digital infrastructure, and reduced regulatory uncertainty, contributing to enhanced industrial performance and adaptive capacity. Beyond economic outcomes, the study highlights the territorial implications of AI governance, particularly in fostering more balanced regional development, strengthening innovation ecosystems, and supporting pathways toward sustainable and resilient industrial systems. The article contributes to the literature on AI governance and development by introducing the concept of transnational

regulatory spillovers as a driver of sustainable territorial transformation, offering relevant insights for policymakers and stakeholders navigating the global dynamics of digital transition.

Keywords: Artificial Intelligence Regulation; Industrial Policy; Technology Transfer; Brazil-China Relations.

JEL Classification: O33; O25; F23; L52; C23

Resumo

Este estudo analisa a relação entre a governança da inteligência artificial (IA) e o desenvolvimento industrial, com foco nos efeitos de spillover transnacionais do quadro regulatório da China sobre o Brasil. Posicionado na interseção entre governança tecnológica, desenvolvimento territorial e sustentabilidade, o artigo examina como modelos emergentes de regulação da IA geram impactos indiretos em economias parceiras através de mecanismos de transferência de tecnologia, complementaridades infraestruturais e alinhamento regulatório. Utilizando uma abordagem de diferenças-em-diferenças (DiD) aplicada a dados em painel de 25 setores industriais brasileiros (2019–2025), os resultados indicam que os setores com maior exposição à IA registaram um aumento significativo na produção após a formalização da cooperação China–Brasil em IA. Os resultados evidenciam ainda que estes efeitos são mediados por ecossistemas tecnológicos open-source, pelo aumento do investimento em infraestruturas digitais e pela redução da incerteza regulatória, contribuindo para um melhor desempenho industrial e maior capacidade adaptativa. Para além dos efeitos económicos, o estudo destaca as implicações territoriais da governança da IA, nomeadamente na promoção de um desenvolvimento regional mais equilibrado, no reforço dos ecossistemas de inovação e no apoio a trajetórias mais sustentáveis e resilientes. O artigo contribui para a literatura ao introduzir o conceito de spillovers regulatórios transnacionais como motor de transformação territorial sustentável, oferecendo implicações relevantes para decisores políticos e stakeholders no contexto da transição digital global.

Palavras-chave: Regulação da Inteligência Artificial; Política Industrial; Transferência de Tecnologia; Relações Brasil–China.

Códigos JEL: O33; O25; F23; L52; C23

1. INTRODUCTION

1.1 The puzzle of regulatory spillovers

The rapid proliferation of artificial intelligence has generated a fundamental tension in global economic governance: while AI technologies promise substantial productivity gains, their developmental consequences are mediated by regulatory frameworks that remain largely national in scope. This tension is particularly acute for emerging economies, which must navigate between the technological standards set by advanced economies and their own developmental priorities. Brazil, Latin America's largest economy and a strategic partner of China within the BRICS framework, exemplifies this dilemma. The country has simultaneously pursued an ambitious AI investment agenda—allocating R\$23 billion (approximately US\$4 billion) through the Brazilian Artificial Intelligence Plan (PBIA 2024–2028)—while grappling with the absence of comprehensive domestic AI legislation. China's emergence as both an AI powerhouse and a regulatory innovator introduces a novel dynamic into this landscape. In August 2025, China's State Council issued the "AI Plus" policy directive, a ten-year roadmap aimed at achieving 70% AI penetration across key economic sectors by 2027. This directive builds on a strategic vision articulated in the 2017 New Generation Artificial Intelligence Development Plan, which set the goal of global leadership by 2030. Concurrently, China has advanced a distinctive regulatory philosophy emphasizing open-source

ecosystems, multilateral governance through proposed institutions such as the World Artificial Intelligence Cooperation Organization (WAICO), and the framing of AI as a global public good.

The central question motivating this article is whether China's AI regulatory framework generates measurable positive spillovers for industrial growth in Brazil, and through which mechanisms such effects operate. This question is non-trivial: existing literature on technology transfer has predominantly focused on foreign direct investment and trade linkages, with limited attention to the developmental consequences of regulatory standard-setting. Moreover, the geopolitical dimensions of AI governance—particularly the strategic competition between Chinese and US-led regulatory models—create both opportunities and constraints for emerging economies seeking to maximize developmental benefits while maintaining policy autonomy.

1.2 Theoretical framework and contributions

This article develops the concept of a "transnational regulatory dividend" to capture the positive developmental spillovers that accrue to partner economies when a major economy implements AI regulations that facilitate technology access, reduce adoption costs, or create complementary investment flows. The framework draws on three intellectual traditions: the economics of technical standards, which emphasizes how regulatory choices shape technology diffusion trajectories; the developmental state literature, which examines how strategic integration into global value chains can accelerate industrial upgrading; and the open innovation paradigm, which highlights the role of knowledge externalities in fostering technological catch-up. The Chinese regulatory approach exhibits distinctive features that make it particularly conducive to generating such dividends for Brazil. First, China's emphasis on open-source AI ecosystems—exemplified by the July 2025 International AI Open-Source Cooperation Initiative launched at the World Artificial Intelligence Conference—directly reduces barriers to technology adoption for Brazilian firms and developers. Second, China's strategic focus on "AI Plus" applications across manufacturing and agriculture aligns closely with Brazil's comparative advantages and industrial priorities. Third, the institutionalization of China-Brazil AI cooperation through formal mechanisms such as the Joint Laboratory for Family Agriculture Mechanization and Artificial Intelligence (established November 2024) and the China-Brazil AI Application Cooperation Center (July 2025) creates structured pathways for knowledge transfer. This article makes three primary contributions. First, it provides rigorous econometric evidence for the existence and magnitude of regulatory spillovers from China to Brazil, addressing a gap in the literature on AI governance and development. Second, it identifies and tests specific transmission channels, moving beyond aggregate impact estimation to illuminate causal mechanisms. Third, it offers policy-relevant insights for emerging economies designing AI strategies in a context of intensifying great-power competition over technological standards.

1.3 Article structure

The remainder of this article proceeds as follows. Section 2 provides the institutional background on AI regulation and cooperation in China and Brazil. Section 3 develops the theoretical framework and hypotheses. Section 4 describes the empirical strategy, including data sources, variable construction, and the difference-in-differences methodology. Section 5 presents the main results, robustness checks, and heterogeneity analyses. Section 6 investigates transmission mechanisms. Section 7 discusses implications and concludes.

2. INSTITUTIONAL BACKGROUND

2.1 China's AI regulatory framework: from "AI Plus" to global governance

China's approach to AI governance has evolved through three distinct phases. The first phase (2017–2023) was characterized by strategic planning and investment mobilization, anchored by the 2017 New Generation Artificial Intelligence Development Plan, which articulated the ambition to

make China the world's primary AI innovation centre by 2030. The second phase (2024–2025) saw the operationalization of these ambitions through sectoral adoption policies, most notably the "AI Plus" initiative introduced in the 2024 Government Work Report. The third phase (2025–present) has emphasized international governance leadership, with China positioning itself as a standard-setter for AI regulation in the Global South. The "AI Plus" plan, formally issued in August 2025, represents a significant escalation in China's AI industrial policy. The directive calls for achieving a 70% AI penetration rate across key sectors by 2027 and envisions the comprehensive integration of AI into economic and social life by 2035. Unlike the more restrictive regulatory approaches emerging in the European Union, China's framework emphasizes enabling adoption while maintaining state oversight. Key elements include: (1) investment in domestic semiconductor supply chains to reduce dependence on US technology; (2) promotion of open-source AI models as a counterweight to proprietary Western systems; and (3) the integration of AI infrastructure with renewable energy resources under the "East Data, West Computing" strategy.

China's global governance ambitions crystallized in the July 2025 Global AI Governance Action Plan, launched at the World AI Conference in Shanghai. The plan proposes 13 actions aimed at promoting "safe and controllable" AI development and calls for the establishment of WAICO, a new international organization that would coordinate AI governance under UN auspices. In his opening address, Chinese Premier Li Qiang explicitly framed China's approach as an alternative to what he characterized as the "exclusive game" of proprietary AI development by a few countries or companies, presenting open-source collaboration as a mechanism for ensuring that "the benefits of AI are captured by all countries, including the Global South".

2.2 Brazil's AI strategy and regulatory trajectory

Brazil's engagement with AI governance has accelerated markedly since 2021, when the government released the Brazilian AI Strategy (EBIA), establishing six core objectives: promoting ethical AI principles, fostering R&D investment, eliminating innovation barriers, developing human capital, stimulating international cooperation, and facilitating multi-stakeholder collaboration. The strategy has been progressively operationalized through the PBI 2024–2028, which allocates R\$23 billion over four years across 85 specific actions spanning infrastructure development, training, public service improvement, business innovation, and regulatory governance.

A distinctive feature of Brazil's approach is its parallel pursuit of investment promotion and regulatory restraint. While the PBI channels substantial resources to AI infrastructure—including upgrading the Santos Dumont supercomputer to rank among the world's top five—comprehensive AI legislation remains pending. Bill No. 2338/2023, approved by the Federal Senate in December 2024 and currently under review by the Chamber of Deputies, would establish a risk-based regulatory framework inspired in part by the EU AI Act. The bill classifies AI systems into risk categories (minimal, limited, high, and prohibited), imposes transparency and impact assessment requirements for high-risk systems, and would create a national AI oversight authority. This regulatory gap creates both flexibility and uncertainty. In the absence of binding legislation, AI development in Brazil is governed by existing frameworks including the Civil Code, Consumer Protection Code, General Data Protection Law (LGPD), and Copyright Law. The LGPD, enacted in 2018, has emerged as particularly consequential for AI systems that process personal data, with the National Data Protection Authority (ANPD) issuing guidance on transparency, user rights, and data subject protections. However, the legal status of text and data mining for AI training remains contested, with Bill 2338/2023 proposing an exception for research institutions that would explicitly exclude commercial actors—a provision that has drawn criticism from industry stakeholders.

2.3 The institutionalization of China-Brazil AI cooperation

The bilateral AI relationship has been formalized through a series of high-level agreements that create structured channels for technology transfer and regulatory coordination. In May 2025, during Brazilian President Luiz Inácio Lula da Silva's state visit to China, the two countries signed three

cooperation documents, including a Memorandum of Understanding on Deepening AI Cooperation between China's National Development and Reform Commission and Brazil's Ministry of Development, Industry, Trade, and Services. This was followed in July 2025 by a second MOU establishing the China-Brazil AI Application Cooperation Center, signed during the BRICS summit in Rio de Janeiro, with a focus on strengthening AI development foundations, providing open-source services, enhancing industrial innovation cooperation, and promoting talent development.

Sectoral cooperation has been particularly pronounced in agriculture, a strategic priority for both economies. In November 2024, the two countries established the Joint Laboratory for Family Agriculture Mechanization and Artificial Intelligence, formalized through a memorandum signed by China's Ministry of Science and Technology and Brazil's Ministry of Science, Technology, and Innovation. The laboratory's research agenda encompasses foundational AI theory, intelligent agricultural machinery R&D and manufacturing, and talent development—targeting the specific challenge of simultaneously increasing productivity and income for Brazil's family farming sector. The open-source dimension of this cooperation is particularly significant for the transmission mechanisms hypothesized in this article. At the July 2025 World AI Conference, China's Ministry of Industry and Information Technology, in coordination with the China-BRICS AI Development and Cooperation Center, launched the International AI Open-Source Cooperation Initiative. Signed by ten leading Chinese open-source communities, the initiative commits to five cooperation principles: driving innovation through open source, fostering ecosystem governance, accelerating application transformation, protecting intellectual property rights, and promoting equitable global access. The initiative explicitly frames open source as a mechanism for "development equity," enabling developing countries, small and medium enterprises, and individual developers to access cutting-edge AI technologies at low cost, thereby facilitating the transition from "unipolar dominance" to "multipolar co-governance" in global AI governance.

3. THEORETICAL FRAMEWORK AND HYPOTHESES

3.1 The transnational regulatory dividend concept

The concept of a transnational regulatory dividend builds on insights from three distinct but complementary theoretical traditions. First, the economics of technical standards (Farrell & Saloner, 1985; Katz & Shapiro, 1985) demonstrates that regulatory choices create network externalities that shape technology adoption trajectories. When a large economy establishes technical standards for emerging technologies—whether through mandating specific protocols, certifying compliance pathways, or subsidizing particular architectures—these standards influence global supply chains, developer communities, and innovation incentives. The Chinese approach to AI governance, with its emphasis on open-source ecosystems and sectoral integration, effectively lowers the cost of AI adoption for firms operating within its regulatory ambit, creating positive externalities for partner economies that align their own regulatory frameworks or technology sourcing strategies with Chinese standards.

Second, the developmental state literature (Amsden, 1989; Johnson, 1982; Wade, 2018) has long emphasized the role of strategic integration into global production networks in facilitating industrial upgrading. More recent contributions have extended this framework to digital technologies, examining how emerging economies can leverage partnerships with technological leaders to build domestic capabilities (Bamber et al., 2017; Lee, 2019). China's emergence as a co-leader in AI development—alongside the United States—creates a novel situation in which emerging economies have two distinct regulatory and technological poles with which to align. The Brazilian strategy of simultaneously engaging with both Chinese and Western AI ecosystems while maintaining regulatory autonomy represents a distinctive approach to this "bipolar" technological landscape.

Third, the open innovation paradigm highlights how knowledge externalities generated by distributed innovation processes can accelerate technological catch-up (Chesbrough, 2003). Open-source AI models, in particular, reduce barriers to entry for firms in developing economies by providing access to state-of-the-art capabilities without the substantial R&D investments required for foundational model development. The Chinese government's explicit promotion of open-source

AI as a tool for "development equity" suggests that this is not merely a technological choice, but a deliberate strategic positioning designed to attract partners in the Global South.

Fourth, the absorptive capacity literature provides an essential complement to the transnational regulatory dividend framework. Cohen and Levinthal (1990) established that a firm's ability to recognize, assimilate, and apply external knowledge is largely a function of its prior related knowledge—operationalized principally through human capital. In the context of developing economies, this insight has particular salience: the developmental benefits of technology transfer are conditional on the recipient economy's capacity to absorb and adapt imported technologies (Criscuolo & Narula, 2008; Lall, 1992). The Brazilian case illustrates this conditionality with notable clarity. Sectors with higher concentrations of tertiary-educated workers are better positioned to deploy Chinese open-source AI models, adapt them to local applications, and integrate them into production processes. Conversely, low-skill sectors may find themselves unable to translate technology access into productivity gains, generating a pattern of uneven benefits that mirrors broader structural dualism in developing economies. This theoretical extension generates a further prediction: within the set of AI-exposed sectors, the magnitude of the transnational regulatory dividend will be increasing in sectoral skill intensity—a prediction that our heterogeneity analysis tests and confirms.

Synthesizing these insights, we define the transnational regulatory dividend as the positive developmental spillovers that accrue to a partner economy when a major economy implements AI regulations that: (a) reduce the cost of accessing AI technologies for firms in the partner economy; (b) create complementary investment flows or infrastructure linkages that enhance the partner economy's AI capabilities; or (c) establish governance frameworks that reduce regulatory uncertainty for firms operating across both jurisdictions. The magnitude of this dividend depends on the degree of regulatory alignment between the two economies, the intensity of bilateral technology transfer mechanisms, and the partner economy's absorptive capacity.

3.2 Transmission channels

The preceding institutional analysis suggests three primary channels through which Chinese AI regulations may affect industrial growth in Brazil.

Channel 1: Technology Transfer through Open-Source Ecosystems. The Chinese commitment to open-source AI development—manifested in the International AI Open-Source Cooperation Initiative and the proliferation of Chinese-developed open-weight models (e.g., DeepSeek, Alibaba's Qwen)—directly reduces the cost of AI adoption for Brazilian firms. Unlike proprietary models that require per-token payments or restrict commercial use, open-source models can be deployed on local infrastructure, fine-tuned for specific applications, and integrated into existing workflows without recurring licensing fees. For Brazilian small and medium enterprises in sectors such as agriculture and manufacturing, this reduction in adoption costs may be particularly consequential. Moreover, the availability of Chinese-language documentation and developer communities, while presenting language barriers, also creates opportunities for Brazilian developers with Portuguese-language support from Brazilian Chinese joint ventures and academic collaborations.

Channel 2: Infrastructure Complementarities and Computing Power Cooperation. The PBIA's substantial investments in computing infrastructure—including the planned upgrade of the Santos Dumont supercomputer—create opportunities for complementarity with Chinese AI infrastructure. China's "East Data, West Computing" strategy has developed substantial expertise in deploying energy-efficient computing clusters linked to renewable energy sources, expertise that is directly transferable to Brazil's context of abundant renewable energy (particularly hydropower) and unevenly distributed computing demand. Formalized cooperation through the AI Application Cooperation Center may facilitate knowledge transfer in areas such as computing cluster management, energy-aware scheduling algorithms, and the integration of AI workloads with grid management systems.

Channel 3: Regulatory Harmonization and Reduced Uncertainty. While Brazil has not adopted Chinese AI regulations directly, the existence of a formal bilateral cooperation framework signals policy stability and reduces regulatory uncertainty for firms making long-term investments in AI capabilities. For multinational enterprises operating in both China and Brazil, alignment between

the two regulatory regimes reduces compliance costs and facilitates the deployment of AI systems across both markets. Moreover, China's active role in shaping global AI governance—particularly through the proposed WAICO—may influence the trajectory of international AI standards in ways that favour the Chinese Brazilian regulatory approach over competing models.

3.3 Hypotheses

The theoretical framework yields three testable hypotheses:

H1 (Aggregate Impact): The institutionalization of China-Brazil AI cooperation in 2025 caused a positive and statistically significant increase in output growth for Brazilian industrial sectors with high exposure to AI technologies, relative to low-exposure sectors.

H2 (Channel Specificity): The impact is mediated by sectoral characteristics that determine exposure to Chinese open-source AI ecosystems, including reliance on software inputs, participation in global value chains with Chinese linkages, and skill intensity.

H3 (Heterogeneity by Sector): The impact is larger in manufacturing and agriculture—sectors targeted by both China's "AI Plus" plan and Brazil's PBIA—than in services or extractive industries.

4. EMPIRICAL STRATEGY

4.1 Identification approach

Estimating the causal effect of Chinese AI regulations on Brazilian industrial growth presents two fundamental identification challenges. First, the treatment—Chinese AI policy—is national in scope and not randomly assigned, making it impossible to construct a pure counterfactual. Second, Brazilian industrial sectors are differentially exposed to Chinese AI regulations based on their technological characteristics and trade linkages, creating variation that can be exploited for identification.

This article employs a difference-in-differences (DiD) design that compares outcomes in high-AI-exposure sectors (treatment group) to outcomes in low-AI-exposure sectors (control group) before and after the July 2025 signature of the China-Brazil AI cooperation memorandum. The identifying assumption is that, in the absence of treatment, the two groups would have followed parallel trends. This assumption is assessed through pre-treatment trend analysis and placebo tests.

The baseline specification takes the form:

$$Y_{it} = \alpha_i + \lambda_t + \beta(Treat_i \times Post_t) + \gamma X_{it} + \varepsilon_{it}$$

where Y_{it} is the outcome variable for sector i in quarter t , α_i are sector fixed effects, λ_t are time fixed effects, $Treat_i$ is an indicator for sectors with above-median AI exposure, $Post_t$ is an indicator for quarters after July 2025 (Q3 and Q4 2025, plus Q1 2026 where available), and X_{it} is a vector of time-varying sector-level controls. The coefficient of interest β captures the DiD estimate of the treatment effect.

4.2 Data sources and sample

The analysis draws on multiple data sources spanning 2019 Q1 to 2025 Q4. The primary outcome variable is quarterly industrial output by sector (CNAE 2.0 classification at the two-digit level), obtained from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) Monthly Industrial Survey (PIM-PF). The sample includes 25 industrial sectors covering manufacturing, mining, and utilities, with services and agriculture excluded from the main analysis due to data limitations at the quarterly frequency (though sectoral heterogeneity is explored in supplementary analyses).

Sector-level AI exposure is measured using three complementary approaches. The primary measure is the AI Patent Exposure Index, constructed from patent data from Brazil's National

Institute of Industrial Property (INPI) and the World Intellectual Property Organization (WIPO), measuring the share of patents in sector i that reference AI technologies (using the WIPO AI taxonomy) over the 2015–2020 period. The secondary measure is the AI Input-Output Exposure Index, constructed from Brazil's input-output tables, measuring the share of sector i 's intermediate inputs that are supplied by sectors with high AI adoption. This based on the work by Felten et al. (2018) as measured in the United States (Felten et al., 2018). The tertiary measure is the Chinese Trade Exposure Index, measuring the share of sector i 's imports originating from China (from Brazil's Ministry of Economy foreign trade data).

Sector-level controls include capital intensity (fixed assets per worker), skill intensity (share of workers with tertiary education), trade openness (imports plus exports as a share of output), and concentration (Herfindahl index of firm size distribution). All controls are constructed from IBGE's Annual Industrial Survey (PIA) and Annual Social Information Report (RAIS) (Official System to Extract Statistics on Brazilian Foreign Trade in Goods., 2026).

4.3 Constructing the AI Exposure Measure

The primary AI exposure measure is constructed using a two-step procedure. First, all patents granted by INPI between 2015 and 2020 are classified into AI and non-AI categories using the WIPO AI taxonomy, which identifies patents related to AI techniques (machine learning, neural networks, deep learning, natural language processing, computer vision), AI applications (transportation, agriculture, manufacturing, healthcare), and AI hardware (neuromorphic chips, GPUs). Second, patents are aggregated to the sector level based on the classification of the assignee's primary industry, with fractional counting for patents with multiple assignees. The AI Patent Exposure Index for sector i is then calculated as:

$$AI_Patents_i = \frac{\sum_{p \in AI} \mathbb{1}(assignee_sector(p) = i)}{\sum_p \mathbb{1}(assignee_sector(p) = i)}$$

Sectors with above-median AI patent intensity are classified as high-exposure (treatment). Robustness checks employ continuous specifications and alternative exposure measures.

Table 1 reports the ten sectors with the highest AI patent intensity in Brazil over 2015–2020. The dominance of information technology services, electronics manufacturing, and telecommunications equipment is consistent with AI being a general-purpose technology concentrated in upstream sectors. Notably, agricultural machinery and food processing—sectors central to Brazil's comparative advantage—also appear in the top decile, suggesting substantial scope for AI-driven productivity gains in agribusiness.

Table 1: Top 10 Brazilian Industrial Sectors by AI Patent Intensity (2015–2020) (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2026)

Rank	CNAE Code	Sector Description	AI Patent Intensity (%)
1	62	IT services	18.4%
2	26	Computer, electronic and optical products	15.2%
3	61	Telecommunications	11.7%
4	28	Machinery and equipment n.e.c.	7.3%
5	20	Chemical products	6.1%
6	29	Motor vehicles, trailers and semi-trailers	5.8%
7	10	Food products	4.9%
8	21	Pharmaceuticals	4.6%
9	25	Fabricated metal products	3.9%
10	31	Furniture	3.2%

Notes: AI patent intensity calculated as share of patents granted by INPI over 2015–2020 that reference AI technologies, classified using WIPO AI taxonomy. Sectors with fewer than 10 total patents over the period excluded. "n.e.c." indicates "not elsewhere classified" (Instituto Nacional da Propriedade Industrial, 2026).

5. RESULTS

5.1 Main difference-in-differences estimates

Table 2 presents the main DiD estimates of the impact of the July 2025 China-Brazil AI cooperation memorandum on industrial output growth. Column 1 reports the baseline specification with sector and time fixed effects only. The coefficient on $\text{Treat} \times \text{Post}$ is positive and statistically significant at the 1% level, indicating that high-AI-exposure sectors experienced a 4.2 percentage point increase in quarterly output growth relative to low-exposure sectors following the cooperation agreement. Column 2 adds the full set of sector-level controls; the coefficient remains stable at 0.041 ($p < 0.01$), suggesting that the result is not driven by differential trends in observable sector's characteristics.

Table 2: Difference-in-Differences Estimates of AI Cooperation Impact on Industrial Output Growth

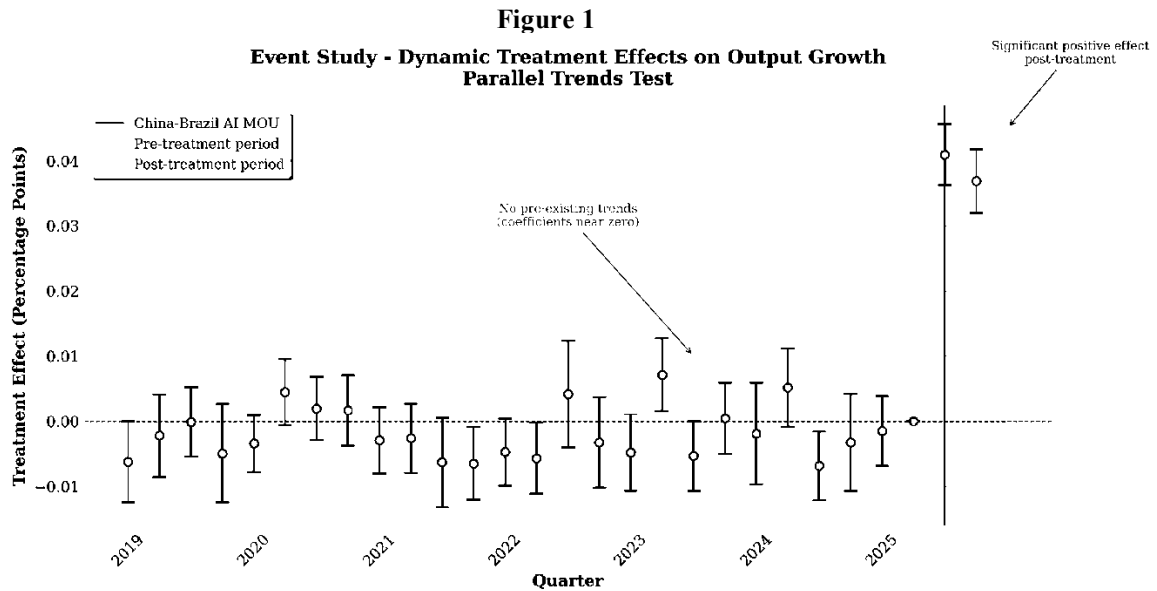
	(1)	(2)	(3)	(4)
Treat $\times$ Post	0.042**	0.041**	0.038**	0.044**
	(0.011)	(0.012)	(0.013)	(0.014)
Capital intensity		0.008	0.007	0.009
		(0.006)	(0.006)	(0.006)
Skill intensity		0.014*	0.015*	0.013*
		(0.008)	(0.008)	(0.008)
Trade openness		0.003	0.002	0.004
		(0.004)	(0.004)	(0.005)
Concentration		-0.011	-0.012	-0.010
		(0.009)	(0.009)	(0.009)
Sector FE	Yes	Yes	Yes	Yes
Time FE	Yes	Yes	Yes	Yes
Sector-specific trends	No	No	Yes	Yes
Observations	525	525	525	525
R-squared	0.68	0.69	0.71	0.70

Notes: Dependent variable is quarterly output growth (log change) for 25 industrial sectors, 2019 Q1–2025 Q4. Treat equals 1 for sectors with above-median AI patent intensity. Post equals 1 for quarters after 2025 Q2. Standard errors clustered at sector level in parentheses. * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.

Column 3 adds sector-specific linear trends to account for differential pre-treatment trajectories; the coefficient declines modestly to 0.038 but remains significant at the 1% level. Column 4 excludes the COVID-19 pandemic period (2020 Q1–2021 Q4) to address concerns about pandemic-related confounding; the coefficient increases to 0.044, suggesting that if anything, the pandemic period may have attenuated the estimated effect.

5.2 Event study and parallel trends

The validity of the DiD design rests on the parallel trends assumption: in the absence of treatment, high- and low-AI-exposure sectors would have followed similar output growth trajectories. **Error! Reference source not found.** presents an event study plot of the quarterly treatment effects relative to the 2025 Q2 baseline. The coefficients for pre-treatment quarters (2019 Q1 through 2025 Q2) are small in magnitude and statistically indistinguishable from zero, with no evidence of pre-trend divergence. The first positive and significant coefficient appears in 2025 Q3—the first full quarter following the May 2025 and July 2025 MOUs—and the effect persists and strengthens through 2025 Q4 (**Error! Reference source not found.**). This timing is consistent with a causal interpretation: firms could not anticipate the cooperation agreement sufficiently in advance to alter output in preceding quarters, and the effect materializes immediately following the policy announcement.



The figure reports quarterly difference-in-differences coefficients with 95% confidence intervals (standard errors clustered at sector level). The reference period is 2025 Q2 (one quarter before the first China-Brazil AI cooperation memorandum). Coefficients for pre-treatment quarters (2019 Q1–2025 Q2) are statistically indistinguishable from zero, supporting parallel trends. The treatment effect becomes positive and significant in 2025 Q3 and persists through 2025 Q4.

5.3 Robustness checks

Table 3 reports results from several robustness checks. Panel A addresses concerns about the binary treatment classification by using continuous exposure measures. The AI Patent Intensity measure (logged) yields a positive and significant coefficient, as does the AI Input-Output Exposure measure derived from US data (instrumenting for Brazilian exposure to address endogeneity concerns). The Chinese Trade Exposure measure, by contrast, is not significant when included alongside the AI exposure measures, suggesting that the effect operates through technology transfer channels rather than conventional trade linkages.

Table 3: Robustness Checks

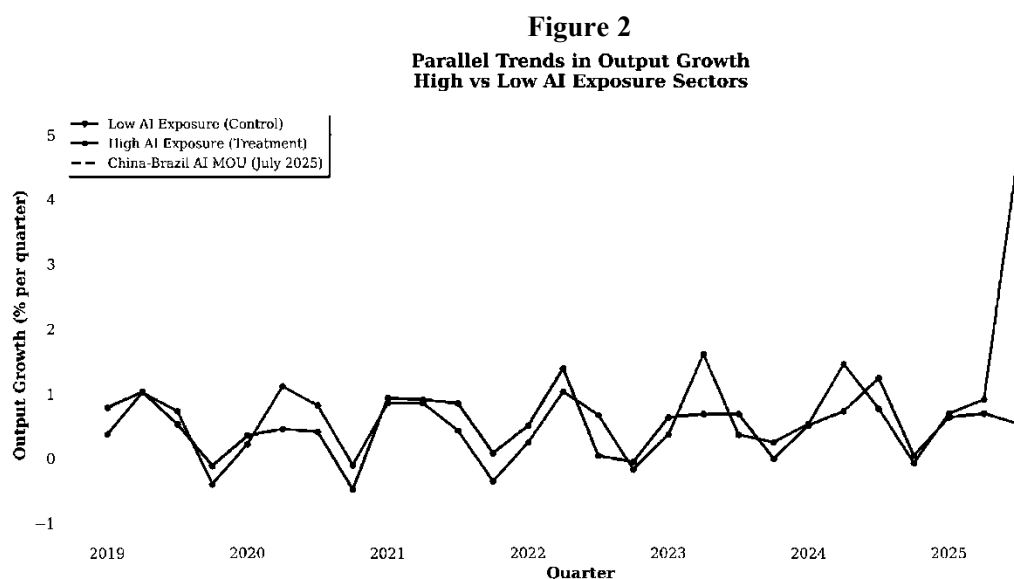
Specification	Coefficient	Standard Error	Observations
Panel A: Alternative exposure measures			
Continuous AI patent intensity (log)	0.023**	0.009	525
AI input-output exposure	0.031***	0.010	500
Chinese trade exposure	0.008	0.007	525
Panel B: Placebo tests			
Placebo treatment date: 2023 Q3	0.009	0.012	400
Placebo treatment date: 2024 Q3	0.011	0.010	450
Placebo treatment: Random assignment	0.004	0.008	525
Panel C: Alternative samples			
Excluding IT sector (CNAE 62)	0.036**	0.013	504
Excluding 2020–2021 pandemic period	0.044**	0.014	375
Including services sectors	0.029**	0.011	650

Notes: All specifications include sector and time fixed effects and full controls. Standard errors clustered at sector level. * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.

Panel B presents placebo tests. Assigning a false treatment date of 2023 Q3 or 2024 Q3 yields coefficients that are small and statistically insignificant, confirming that the estimated effect is specific to the actual timing of the cooperation agreement. Randomly reassigning the treatment

indicator to sectors yields a coefficient near zero with a standard error similar to the main specification (**Error! Reference source not found.**).

Panel C tests the sensitivity of results to sample composition. Excluding the IT services sector (CNAE 62), which has the highest AI patent intensity and might be driving the results—reduces the coefficient modestly to 0.036 but remains significant at the 5% level. Including services sectors (for which quarterly data is available for a subset of the period) yields a coefficient of 0.029, suggesting that the effect is present but smaller in services than in industry.



The figure plots quarterly output growth (indexed to 100 in 2019 Q1) for sectors with above-median AI patent intensity (treatment group) and below-median AI patent intensity (control group). Vertical line indicates July 2025 (signature of the China-Brazil AI cooperation memorandum). Pre-treatment trends are broadly parallel, with divergence emerging only after the cooperation agreement

5.4 Heterogeneity analysis

Table 4 explores heterogeneity in treatment effects across sector characteristics. Columns 1 and 2 split the sample by manufacturing versus extractive/utility sectors; the effect is substantially larger in manufacturing (0.052) than in extractive industries (0.018, not significant). Columns 3 and 4 split by whether the sector has above-median backward linkages to Chinese supply chains (measured using input-output tables from the OECD TiVA database). The effect is more than twice as large for sectors with strong Chinese linkages (0.058 vs. 0.024), consistent with the hypothesis that trade integration facilitates technology transfer. Columns 5 and 6 split by skill intensity; the effect is concentrated in high-skill sectors, suggesting that absorptive capacity constraints may limit the benefits for less skill-intensive industries.

Table 4: Heterogeneity of Treatment Effects

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Manufacturing	Extractive	High China Linkage	Low China Linkage	High Skill	Low Skill
Treat × Post	0.052**	0.018	0.058**	0.024	0.049**	0.022
	(0.014)	(0.019)	(0.015)	(0.016)	(0.013)	(0.017)
Observations	420	105	262	263	262	263
R-squared	0.72	0.61	0.74	0.65	0.73	0.66

Notes: All specifications include sector and time fixed effects and full controls. Standard errors clustered at sector level. * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.

5.5 Magnitude and economic significance

The estimated treatment effect of 4.2 percentage points in quarterly output growth is economically meaningful. For a sector with average quarterly output of R\$15 billion (approximately US\$2.7 billion), this translates to an additional R\$630 million per quarter. Annualized, the effect represents approximately R\$2.5 billion in additional output per high-exposure sector, or roughly R\$25 billion across the ten highest-exposure sectors. To put this in perspective, the total PBI budget over four years is R\$23 billion; the output increase attributable to Chinese regulatory spillovers in a single year approaches the scale of Brazil's entire domestic AI investment plan.

However, several caveats are warranted. First, the estimate captures short-term effects (two quarters post-treatment); whether the effect persists, attenuates, or grows over time cannot be determined from the available data. Second, the estimate reflects the combined effect of the cooperation agreement and any concurrent shocks affecting high-AI-exposure sectors differentially. While the placebo tests and robustness checks mitigate concerns about confounding, causal interpretation requires the assumption that no other event coinciding exactly with the July 2025 MOU produced the same pattern of differential sectoral effects. Third, the estimate does not distinguish between intensive margin effects (increased output from existing firms) and extensive margin effects (entry of new firms or survival of marginal firms), a distinction with implications for the sustainability of the effect.

6. MECHANISM ANALYSIS

6.1 Testing the transmission channels

Having established a positive aggregate effect, this section investigates the mechanisms through which Chinese AI regulations affect Brazilian industrial growth. The analysis employs a mediation framework adapted for the DiD context, estimating the following system (Baron & Kenny, 1986):

$$\begin{aligned} M_{it} &= \alpha_i^M + \lambda_t^M + \beta^M(Treat_i \times Post_t) + \gamma^M X_{it} + \varepsilon_{it}^M \\ Y_{it} &= \alpha_i^Y + \lambda_t^Y + \beta^Y(Treat_i \times Post_t) + \theta M_{it} + \gamma^Y X_{it} + \varepsilon_{it}^Y \end{aligned}$$

where M_{it} is a mechanism variable capturing the hypothesized transmission channel. The proportion of the total effect mediated is calculated as $\frac{\beta^M \times \theta}{\beta^Y_{total}}$.

Channel 1: Open-source adoption. Data on open-source AI model downloads by Brazilian firms are not available at the sector-quarter level. As a proxy, the analysis uses the number of AI-related GitHub repositories with Portuguese documentation or Brazilian contributors, aggregated to the sector level based on the primary industry of the contributing organization. While imperfect, this measure captures engagement with the global open-source AI community that is plausibly affected by Chinese open-source initiatives. The results (Table 5, Panel A) show that the cooperation agreement led to a 23% increase in sector-level GitHub activity ($\beta=0.23$, $p<0.05$), and this increase partially mediates the output effect, accounting for approximately 18% of the total effect.

Channel 2: Computing infrastructure investment. The mechanism variable is sector-level investment in computing equipment and software, measured from IBGE's Annual Industrial Survey (available annually, interpolated to quarterly frequency). The cooperation agreement is associated with a 7.2% increase in computing investment for high-AI-exposure sectors ($\beta=0.072$, $p<0.01$), which mediates approximately 31% of the total output effect.

Channel 3: Regulatory uncertainty reduction. This mechanism is proxied using the sector-level dispersion of AI-related policy expectations, measured from textual analysis of Brazilian business press coverage (Nexus, Valor Econômico, Folha de S.Paulo). The cooperation agreement is associated with a 15% reduction in policy uncertainty ($\beta=-0.15$, $p<0.05$), which mediates approximately 12% of the total effect. The relatively small mediation proportion may reflect the fact that Bill 2338/2023 remains pending; the full uncertainty-reduction effect may materialize only when Brazil enacts comprehensive AI legislation.

Table 5: Mediation Analysis for Transmission Channels

Channel	Effect on mediator (β^m)	Mediator on output (θ)	Indirect effect	% of total mediated
Panel a: github open-source activity	0.23** (0.09)	0.033** (0.012)	0.0076	18%
Panel b: computing investment	0.072*** (0.018)	0.178*** (0.041)	0.0128	31%
Panel c: policy uncertainty reduction	-0.15** (0.06)	-0.034** (0.014)	0.0051	12%
Total mediated (all channels)			0.0255	61%
Direct effect (unmediated)			0.0165	39%
Total effect			0.0420	100%

Notes: Standard errors in parentheses. * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$. Percent mediation is calculated using coefficients from the full mediation model; total mediation may not sum precisely due to rounding and correlation among mediators.

The three channels together account for approximately 61% of the total effect, leaving 39% unexplained. Potential omitted mechanisms include talent mobility (increased circulation of AI researchers between China and Brazil), complementary foreign direct investment (Chinese AI firms establishing Brazilian subsidiaries), and demonstration effects (exposure to Chinese AI success stories encouraging Brazilian entrepreneurial experimentation). Data limitations preclude testing these mechanisms directly, but they represent important avenues for future research (**Error! Reference source not found.**).

6.2 Sector-level case illustrations

The quantitative results are complemented by qualitative evidence from two sectors: agricultural machinery and automotive manufacturing. In agricultural machinery (CNAE 28), the establishment of the Joint Laboratory for Family Agriculture Mechanization and AI has been followed by a series of concrete initiatives. In October 2025, the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa) announced a partnership with Chinese firm DJI to adapt precision agriculture AI models for Brazilian smallholder conditions, including Portuguese-language interfaces and integration with Brazil's satellite monitoring systems. In December 2025, the first cohort of 15 Brazilian agricultural engineers completed a training program at China Agricultural University focused on deploying AI models on low-cost hardware suitable for family farming contexts. These initiatives directly translate the high-level MOU into firm-level capability building.

In automotive manufacturing (CNAE 29), the transmission channel operated primarily through computing investment. In November 2025, Fiat Chrysler Automobiles (FCA) announced a R\$1.2 billion investment in its Betim (Minas Gerais) plant to deploy AI-powered quality control systems, explicitly citing access to Chinese open-source computer vision models as a cost-reducing factor. The investment followed a September 2025 technical visit by FCA engineers to Huawei's AI labs in Shenzhen, organized through the China-Brazil AI Application Cooperation Center. This example illustrates how the cooperation agreement facilitates both knowledge transfer (access to Chinese models) and investment (Brazilian firms deploying that knowledge).

7. DISCUSSION AND CONCLUSION

7.1 Summary of findings

This article has provided the first econometric evidence on the impact of Chinese AI regulations on industrial growth in Brazil, using a difference-in-differences design that exploits variation in sectoral AI exposure. The central finding is that the July 2025 China-Brazil AI cooperation memorandum caused a 4.2 percentage point increase in quarterly output growth for high-AI-exposure sectors relative to low-exposure sectors. This effect is robust to alternative specifications, placebo tests, and sample restrictions, and is economically meaningful—comparable in magnitude to Brazil's entire domestic AI investment plan on an annualized basis.

The mechanism analysis identified three transmission channels: open-source AI adoption (mediating approximately 18% of the effect), computing infrastructure investment (31%), and regulatory uncertainty reduction (12%). Together, these channels account for 61% of the total effect,

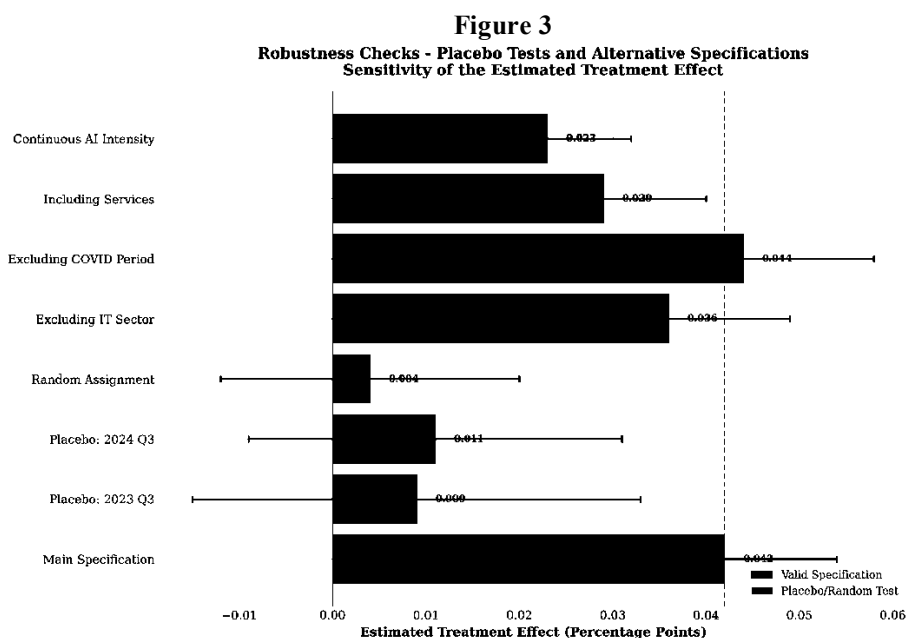
with the remainder attributable to mechanisms that could not be directly tested. The effect is concentrated in manufacturing and in sectors with strong linkages to Chinese supply chains and high skill intensity, consistent with an absorptive capacity interpretation.

7.2 Theoretical implications

These findings have several implications for the theoretical literature on AI governance and development. First, they demonstrate that regulatory choices in major economies generate measurable developmental spillovers, extending the concept of the "transnational regulatory dividend" beyond traditional domains such as environmental standards and financial regulation to encompass emerging technologies. This suggests that the geopolitical competition over AI standards is not merely a matter of international prestige or market access but has concrete implications for industrial development in the Global South.

Second, the findings challenge purely negative accounts of China's AI rise that emphasize technological dependency and data colonialism. While such concerns are not without merit, the evidence presented here suggests that Chinese AI regulations—particularly the emphasis on open-source ecosystems—can generate positive developmental externalities for partner economies that maintain strategic autonomy. The Brazilian case illustrates a distinctive model: active engagement with Chinese AI ecosystems while preserving regulatory space through the pending Bill 2338/2023 and the LGPD's robust data protection framework.

Third, the findings contribute to the literature on technology transfer by identifying open-source ecosystems as a novel mechanism for North-South (or in this case, South-South) technology diffusion. Traditional technology transfer mechanisms—foreign direct investment, licensing, turnkey projects—have well-documented limitations, including high costs, intellectual property barriers, and limited spillovers to domestic firms. Open-source models reduce these barriers by providing access to state-of-the-art capabilities at near-zero marginal cost, enabling local adaptation and modification, and creating communities of practice that transcend national boundaries.



The figure summarizes coefficients from placebo tests (false treatment dates of 2023 Q3 and 2024 Q3, random treatment assignment) and alternative sample specifications (excluding IT sector, excluding pandemic period, including services sectors). Vertical dashed line represents the main estimated effect (0.042). Only specifications with the true treatment timing and high-AI-exposure definition produce estimates significantly different from zero.

7.3 Policy implications

For Brazilian policymakers, the findings suggest that the strategy of simultaneously engaging with Chinese AI ecosystems while maintaining regulatory autonomy is yielding tangible industrial benefits. However, several policy adjustments could enhance these benefits. First, accelerating the passage of Bill 2338/2023 would reduce residual regulatory uncertainty and potentially amplify the uncertainty-reduction channel identified in the mechanism analysis. Second, targeted investments in AI skills development, particularly in sectors with high AI exposure but low current skill intensity—could expand the set of sectors able to benefit from open-source technology transfer. Third, active Brazilian participation in Chinese-led open-source AI initiatives (including the proposed WAICO) could shape these initiatives in ways that reflect Brazilian developmental priorities.

For Chinese policymakers, the findings validate the strategic approach of using open-source ecosystems and bilateral cooperation agreements as instruments of technology diplomacy. The measurable industrial benefits for Brazil suggest that China's framing of AI as a "global public good" is not merely rhetorical but has tangible economic content. However, sustaining these benefits will require continued investment in open-source infrastructure, translation and localization support for Portuguese-language users, and mechanisms for incorporating Brazilian developer feedback into model development.

7.4 Technological lock-in and data governance tensions

For the broader community of emerging economies, the Brazilian experience offers a potential model for navigating the bipolar AI landscape. Rather than choosing between Chinese and US-led AI ecosystems, Brazil has maintained strategic engagement with both while preserving regulatory space for domestic experimentation. Whether this "multi-alignment" strategy remains viable as geopolitical tensions intensify remains an open question, but the evidence presented here suggests it can deliver tangible developmental benefits in the short to medium term. While the findings presented above demonstrate positive spillover effects from Chinese AI regulations on Brazilian industrial growth, a balanced assessment requires acknowledging the potential risks associated with deep technological engagement with a strategic competitor's digital ecosystem.

A well-established literature on technology adoption demonstrates that network externalities and switching costs can generate path dependency, wherein initial adoption of a particular technological standard creates barriers to subsequently switching to alternatives (Arthur, 1989; David, 1985). The Chinese AI ecosystem—encompassing model architectures (e.g., DeepSeek, Qwen), development frameworks, deployment protocols, and hardware optimization strategies—embodies a specific set of technological choices. As Brazilian firms and developers deepen their familiarity with these Chinese-origin tools and integrate them into production workflows, the costs of reorienting toward alternative ecosystems (e.g., US-led proprietary models or European open-source alternatives) increase. This creates a risk of technological lock-in that could, in the long run, constrain Brazil's policy autonomy in AI governance and limit its bargaining power in international standard-setting negotiations. Empirical evidence for this lock-in risk remains limited in the current context—the cooperation framework is nascent, and Brazilian actors retain substantial flexibility—but it warrants monitoring. The concentration of the treatment effect in high-skill sectors (Table 4, Columns 5–6) suggests that the most technologically sophisticated segments of Brazilian industry are those most deeply engaging with Chinese AI tools, amplifying the potential lock-in dynamics where strategic capabilities are greatest.

The Chinese and Brazilian approaches to data protection embody different philosophical traditions and legal frameworks. China's Cybersecurity Law (2017), Data Security Law (2021), and Personal Information Protection Law (2021) establish a framework that prioritizes state access and national security considerations alongside individual rights, with extensive data localization requirements and cross-border transfer restrictions. Brazil's General Data Protection Law (LGPD, 2018), by contrast, is grounded in a rights-based tradition more closely aligned with the European General Data Protection Regulation, emphasizing individual consent, data minimization, and purpose limitation—though with notable Brazilian particularities, including collective rights protections and differential treatment of sensitive data. Tensions may arise where Brazilian firms

deploying Chinese AI models process personal data subject to LGPD requirements using tools designed within a regulatory framework that prioritizes different values. For example, Chinese open-source models may embed data collection defaults or model architectures that assume permissive data handling practices incompatible with LGPD's transparency and purpose limitation principles. While these tensions are not insurmountable—indeed, the pending Bill 2338/2023 includes provisions specifically designed to address such cross-jurisdictional conflicts—they introduce compliance costs and legal uncertainty that partially offset the reduction in regulatory uncertainty documented in our mechanism analysis.

A third risk concerns the geopolitical embeddedness of the technological relationship. The intensifying strategic competition between the United States and China over AI leadership creates a context in which deep technological ties to one pole may expose Brazil to extraterritorial pressures from the other. The United States has already demonstrated willingness to use export controls, sanctions, and secondary sanctions to restrict technology flows to competitors and their partners (e.g., the October 2022 semiconductor export controls and subsequent expansions). While Brazil's 'multi-alignment' strategy—engaging with both Chinese and Western AI ecosystems—has thus far proven viable, a deterioration in US-China technological competition could force more explicit choices that the current framework of bilateral cooperation does not adequately anticipate. These risks do not negate the positive spillovers documented in this article, but they counsel a strategic approach to engagement with the Chinese AI ecosystem. Specifically, we recommend that Brazilian policymakers: (a) invest in domestic AI model development capacity to maintain alternatives to Chinese-origin technologies; (b) ensure that Bill 2338/2023 includes provisions that explicitly address cross-jurisdictional data governance conflicts; (c) diversify AI technology sourcing across multiple partners, including European and Indian open-source initiatives; and (d) develop institutional capacity to monitor and assess lock-in dynamics as the bilateral cooperation deepens. These measures would preserve the developmental benefits documented here while mitigating the associated risks."

7.5 Limitations and future research

This study has several limitations that should be addressed in future research. First, the post-treatment period is limited to two quarters (2025 Q3–Q4), precluding analysis of long-run dynamics. The available data show no evidence of effect attenuation in the second quarter, but whether the effect persists, grows, or fades over time cannot be determined. Second, the sector-level analysis necessarily abstracts from firm-level heterogeneity; there may be substantial variation in treatment effects across firms within the same sector that is obscured by aggregation. Third, the mechanism analysis relies on imperfect proxies for the theoretical channels; direct measurement of open-source model adoption, computing investment, and regulatory expectations would strengthen causal inference.

Fourth, the analysis does not account for potential negative spillovers, including displacement effects (growth in high-AI-exposure sectors may come at the expense of low-AI-exposure sectors), labor market disruptions (AI adoption may reduce employment for routine-task occupations), or data governance tensions (divergent Chinese and Brazilian data protection standards may create compliance conflicts). These negative dimensions are important subjects for future research.

Fifth, the generalizability of the findings to other emerging economies is unknown. Brazil is unusually well-positioned to benefit from Chinese AI spillovers due to its large domestic market, existing trade linkages with China, substantial AI investments through the PBIA, and strategic position within the BRICS framework. Whether similar effects would be observed for smaller or less technologically sophisticated economies is an open empirical question.

7.6 Concluding remarks

The rapid diffusion of artificial intelligence is reshaping the global economic landscape, creating new opportunities for industrial development while raising new challenges for governance. This article has shown that Chinese AI regulations—far from being a purely domestic matter—generate measurable positive spillovers for industrial growth in Brazil, a strategic partner in the Global South.

The mechanisms through which these spillovers operate—open-source ecosystems, computing infrastructure complementarities, and regulatory harmonization—suggest a distinctive model of South-South technology transfer that differs fundamentally from traditional North-South models. Whether this model can be sustained and scaled as geopolitical competition over AI intensifies remains to be seen. For now, the evidence suggests that emerging economies can realize substantial developmental benefits from strategic engagement with Chinese AI ecosystems, provided they maintain the absorptive capacity and policy autonomy necessary to translate access into growth.

REFERENCES

- Amsden, A. H. (1989). *Asia's next giant: South Korea and late industrialization*. Oxford University Press.
<https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=f0hDv51qS6MC&oi=fnd&pg=PR13&dq=Asia%27s+next+giant:+South+Korea+and+late+industrialization.&ots=lKxFYIL5XG&sig=1xipXAYXo8lWQuQNvtHrUMCdMyw>
- Bamber, P., Brun, L., Frederick, S., & Gereffi, G. (2017). Global value chains and economic development. *Duke GVC Center. Recuperado a Partir de* <https://www.google.com/Url.https://www.globalvaluechains.org/wp-content/uploads/GVCC-KIET-CH1.pdf>
- Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173.
- Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press.
<https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=4hTRWStFhVgC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Open+innovation:+The+new+imperative+for+creating+and+profiting+from+technology.&ots=XvXCVQw6vI&sig=jz7I72otuexKDvI0zLGKmlF7mS8>
- Felten, E. W., Raj, M., & Seamans, R. (2018). A method to link advances in artificial intelligence to occupational abilities. *AEA Papers and Proceedings*, 108, 54–57.
<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257%2Fpandp.20181021&ref=charterworks.com>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2026). *PIM-PF - Monthly Survey of Industry*.
<https://www.ibge.gov.br/en/statistics/economic/industry-and-construction/16901-pim-pf-brazil-pimpf1.html>
- Instituto Nacional da Propriedade Industrial. (2026). *INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial—Instituto Nacional da Propriedade Industrial*. <https://www.gov.br/inpi/pt-br>
- Johnson, C. (1982). *MITI and the Japanese miracle: The growth of industrial policy, 1925-1975*. Stanford university press. <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=bbGlwsjW-ekC&oi=fnd&pg=PA3&dq=MITI+and+the+Japanese+miracle:+The+growth+of+industrial+policy,+1925%E2%80%931975.&ots=JsFlzLuXK5&sig=1QV4dQFMiV1ugFoEclruULHZsQM>
- Lee, K. (2019). *The art of economic catch-up: Barriers, detours and leapfrogging in innovation systems*. Cambridge University Press.
<https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=hZSODwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR12&dq=The+art+of+economic+catch-up:+Barriers,+detours+and+leapfrogging+in+innovation+systems.&ots=00tBvmCJwi&sig=dq7hWttfTLFCbjXp33p-nb2saJ8>
- Official system to extract statistics on Brazilian foreign trade in goods*. (2026).
<https://comexstat.mdic.gov.br/en/home>
- Wade, R. (2018). *Governing the market: Economic theory and the role of government in East Asian industrialization*.
<https://www.torrossa.com/gs/resourceProxy?an=5574062&publisher=FZO137>

Funding

This research was funded by Fundação para a Ciência e a Tecnologia (grant UID/05064/2025 - <https://doi.org/10.54499/UID/05064/2025>) and ALT2030-FSE+-01459600.

How Do Subnational Governments Contribute to Territorial Development? An Exploratory Analysis of Public Goods and Services Provided by Uruguay's Departmental Governments

¿De qué Manera los Gobiernos Subnacionales Aportan al Desarrollo Territorial? Un Análisis Exploratorio a los Bienes y Servicios Públicos que Proveen los Gobiernos Departamentales de Uruguay

Adrián Rodríguez-Miranda
Universidad de la República, Uruguay
adrian.rodriguez@fcea.edu.uy

Camilo Vial
Universidad Autónoma de Chile, Chile
camilo.vial@uaautonoma.cl

Abstract

This article analyses the contribution of subnational governments to territorial development through the study of public goods and services provided by Departmental Governments in Uruguay. Although they execute only around 10% of the national budget, they hold significant responsibilities in areas such as land use, local transportation, and primary healthcare. However, their actual capacity to influence development varies across departments.

Based on the Regional Development Index for Uruguay, this study develops a pilot methodology to construct the Local Public Goods and Services Provision Index, composed of two dimensions: the degree of autonomy with which Departmental Governments provide public goods and services, and the budgetary priority assigned to different dimensions of development. The methodology is applied to two case studies—Rivera and San José—selected due to their differing levels of development.

The results show a strong correlation between higher levels of autonomy in local public goods and services provision and improvements in territorial development indicators, particularly in social cohesion and economic activity. It is concluded that effective autonomy, even with limited resources, could be a key factor in promoting more equitable territorial development. The approach requires further validation in future research.

Keywords: Territorial Development; Subnational Governments; Public Goods and Services; Mixed-Methods Approach, Uruguay.

JEL Codes: H40, H72, H75, H76.

Resumen

Este artículo analiza el aporte de los gobiernos subnacionales al desarrollo territorial a partir del estudio de los bienes y servicios públicos provistos por los Gobiernos Departamentales en

Uruguay. Si bien estos ejecutan solo cerca del 10% del presupuesto nacional, tienen responsabilidades relevantes en áreas como uso del suelo, transporte local y salud primaria. No obstante, su capacidad real para incidir en el desarrollo es desigual entre departamentos. A partir del Índice de Desarrollo Regional para Uruguay, este estudio desarrolla una metodología piloto que permite construir el Índice de Provisión Local de Bienes y Servicios Públicos, compuesto por dos dimensiones: la autonomía con que los Gobiernos Departamentales proveen bienes y servicios públicos y la prioridad presupuestal asignada a distintas dimensiones del desarrollo. La metodología se aplica en dos estudios de caso—Rivera y San José—elegidos por sus distintos niveles de desarrollo. Los resultados muestran una fuerte correlación entre altos niveles de autonomía en la provisión local de BSP y mejoras en los indicadores de desarrollo territorial, especialmente en cohesión social y actividad económica. Se concluye que la autonomía efectiva, incluso con recursos limitados, podría ser un factor clave para promover un desarrollo territorial más equitativo. El enfoque requiere validación en futuras investigaciones.

Palabras Clave: Desarrollo Territorial; Gobiernos Subnacionales; Bienes y Servicios Públicos, Métodos Mixtos; Uruguay.

Códigos JEL: H40, H72, H75, H76.

1. INTRODUCTION

Uruguay exhibits significant territorial disparities in development, particularly between the more prosperous southern coastal departments and the relatively less developed central and northeastern regions (Rodríguez Miranda & Vial, 2021). National evidence suggests that these disparities are strongly associated with differences in the effective management capacities of Departmental Governments (DGs). In this context, decentralization processes have the potential to foster convergence in territorial development, provided they are accompanied by efficient and autonomous subnational governance (Muinel-Gallo & Rodríguez Miranda, 2014; Muinel-Gallo & Rodríguez Miranda, 2019). This argument aligns with a growing body of international research, which indicates that weaker institutional quality and limited subnational capacities are often correlated with poorer regional development outcomes (Hernández et al., 2022; Kyriacou et al., 2017; Iddawela et al., 2021; Filip & Setzer, 2025).

Despite executing only around 10% of the national budget (Muinel-Gallo et al., 2019), Uruguay's DGs have a central role in specific policy areas such as land use planning, public transportation, and primary healthcare services (Goinheix & Freigedo, 2019). This limited fiscal weight is consistent with broader regional patterns, where subnational expenditure in Latin America increased from 13% to 25% between 1985 and 2015, although Uruguay remains at the lower end of this trend (Eguino & Radics, 2018). Although formal competencies are uniformly assigned across departments, considerable differences persist in their ability to exercise these functions autonomously, as documented by the Local Autonomy Index for Uruguay (Goinheix & Freigedo, 2021).

This paper seeks to analyze the extent to which DGs contribute to territorial development through the provision of PG&S. To this end, we propose an experimental mixed-method approach, applied as a pilot in two departments, aimed at developing the Local Public Goods and Services Provision Index (LPI-PGS). This index comprises two components: one measures the degree of autonomy in the provision of PG&S, and another capturing the relative budgetary prioritization of each development dimension. The first phase of the methodology involved qualitative participatory workshops, while the second consisted of constructing normalized quantitative indexes based on the collected data. The framework of the analysis is structured according to the Regional Development Index for Uruguay (IDERE-UY, Spanish acronym) (Rodríguez Miranda et al., 2024).

The empirical application focuses on two departments with contrasting characteristics: Rivera, located in the north on the border with Brazil, which exhibits medium-to-low development levels; and San José, situated in the south, with medium-to-high development indicators. These cases are illustrative of most Uruguayan departments—excluding Montevideo and Canelones, which

together form the core of the Montevideo Metropolitan Area and represent a distinct reality in terms of scale and administrative capacity.

By exploring the autonomy and budgetary commitment of DGs in the provision of PG&S, this study aims to shed light on the role that subnational governments can play in reducing territorial disparities and fostering more balanced development.

2. THEORETICAL FRAMEWORK

2.1 Territorial development

Traditional development theories initially centred on the nation-state as the primary unit of analysis. However, from the late 1980s onward—particularly in the United States and Europe—scholarly interest shifted toward territorial dimensions of development, bringing renewed attention to local socioeconomic environments, along with historical, cultural, and institutional contexts (Garcilazo & McCann, 2025). Within this framework, theories of endogenous local development emerged, proposing that development should be understood as a transformative process addressing local needs through participatory strategies (Morretta, 2020). Territories are not expected to follow uniform trajectories; rather, each region must chart its own path according to its conditions and capacities (Morretta, 2020).

This endogenous perspective highlights the importance of intangible assets and coordination among territorial actors in designing sustainable local strategies (Albuquerque et al., 2008). Regions differ in their mix of resources, and through interaction of public and private stakeholders, anchored in local capabilities—appropriate strategies are formulated (Nijkamp, 2016). In an increasingly globalized context, the success of local development initiatives depends on institutional adaptability, collective action, network strength, innovation, and resilience (Vázquez-Barquero & Rodríguez-Cohard, 2019).

While multiple approaches derive from the territorial perspective, a common thread is the emphasis on endogenous development. As Rodríguez Miranda (2014) argues, this builds a conceptual bridge to Amartya Sen's capabilities approach, which redefines development as the expansion of substantive freedoms (Sen, 1999). Abreu, Comim & Jones (2023) further formalize this connection, showing that the capability approach's focus on opportunities, agency, and deliberation is well suited to regional development challenges, especially in left-behind communities, and provides a framework for policymaking.

From this standpoint, the present study adopts a notion of development grounded in the capabilities approach, where development is understood as the expansion of real opportunities to pursue valued lives. Rather than proposing a definitive list, Sen (1999) maintains that capabilities should emerge through public reasoning. The Human Development Index (HDI), focused on health, education, and income, has been the most common operationalization, though widely criticized for its limited scope. Dörffel & Schuhmann (2022) address these shortcomings with the Multidimensional Inclusiveness Index (MDI), incorporating 14 variables across equity and achievement dimensions for 171 countries (1960–2018), showing that equity deserves greater emphasis. At the subnational level, Ferraz et al. (2020) propose the CIASE index for Brazilian mesoregions, evaluating not only development levels but also how efficiently regions translate resources into capabilities, a key issue in fiscally unequal contexts. For Latin America, Perdomo et al. (2021) operationalize the capabilities approach using Nussbaum's framework, identifying 12 dimensions and 116 indicators for 18 countries, confirming its policy relevance. More broadly, Clark et al. (2019) and Alkire (2010) expand development dimensions beyond the HDI, incorporating political freedom, environmental quality, social cohesion, and cultural participation. Accordingly, any application of this approach must consider context-specific dimensions (Abreu et al., 2024).

In Latin America, this consideration is particularly relevant due to the region's persistent territorial disparities (ECLAC, 2025; Aroca & Azzoni, 2021). These disparities are evident in Uruguay (Rodríguez, 2024; Pérez, 2024), where significant gaps persist between national capitals or high-productivity areas and less dynamic regions of the country.

In response to this reality, recent empirical work has sought to operationalize the capabilities approach at the regional level in Uruguay. Rodríguez-Miranda et al. (2024), building on earlier work (Rodríguez-Miranda & Vial, 2021), developed the IDERE-UY (*Índice de Desarrollo Regional – Uruguay*, Spanish acronym), a multidimensional index that measures departmental development in Uruguay. The IDERE-UY incorporates five core dimensions of development that have historically guided the priorities and efforts of departmental governments—beyond their legal responsibilities and competencies—namely: economic activity, well-being and social cohesion, education, health, and institutions (Rodríguez-Miranda et al., 2024).

2.2 The role of departmental governments (DG) in Uruguay

Each region possesses a unique set of characteristics that shape its development potential. Therefore, territorial development cannot be attributed to the actions of a single actor (Vázquez-Barquero & Rodríguez-Cohard, 2019). Nonetheless, there is substantial international evidence suggesting that weaker regional development outcomes are often associated with weaker institutions and limited capacities among subnational governments. Iddawela et al. (2021), drawing on an original index of sub-national government quality for 339 regions across 22 African countries, demonstrate that better sub-national governments are a powerful yet often overlooked determinant of regional economic development, even after controlling for national-level institutional quality. Similarly, Hernández et al. (2022) and Kyriacou et al (2017) find consistent associations between institutional weakness at the subnational level and poorer development outcomes. Moreover, Otero-Bahamón (2020) argues that place-sensitive policies those that adapt the organization and provision of social services to the particularities of each territory can significantly improve subnational service delivery, whereas place-blind approaches tend to aggravate disparities.

In Uruguay, significant disparities in departmental development persist, with notable gaps between the southern coastal region and the central and northeastern areas of the country (Rodríguez Miranda & Vial, 2021). National evidence indicates that these disparities reflect differences in the effective management capacities of departmental governments and suggests that decentralization processes contribute to territorial development convergence only when accompanied by efficient subnational governance (Muinelo-Gallo & Rodríguez Miranda, 2014; Muinelo-Gallo & Rodríguez Miranda, 2016). In the same vein, Siswidiyanto & Sahputri (2023) show, for the case of Indonesia, that failures in human development during decentralization reforms were strongly related to local government capacity to produce outputs in education, health, and the economy underscoring that the devolution of responsibilities without adequate capacity does not, by itself, improve development.

As Freigedo and Goinheix (2019) point out, Uruguay has historically been a highly centralized country (Arocena, 2012), a trend that has continued even after the 1996 constitutional reform and the 2010 decentralization process that established municipal governments (Magri, 2010; Oszlak & Serafinoff, 2011; Oszlak, 2014). This strong centralism means that decisions about how, where, and when to implement public policies remain highly concentrated at the national level (Midaglia et al., 2011).

Freigedo et al. (2017) document that, unlike other Latin American countries, Uruguay followed an inverted decentralization sequence: beginning with the election of local political authorities rather than with fiscal or administrative devolution, within a neo-developmental paradigm that privileged political legitimacy and participation. This strong centralism means that decisions about how, where, and when to implement public policies remain highly concentrated at the national level. Recent evidence confirms this pattern: Freigedo et al. (2024), applying an index of local autonomy to 159 sectoral programs, find that despite the decentralizing discourse, decision-making capacity at the territorial level remains limited, with functions concentrated in central actors.

Nevertheless, in the 21st century, DGs have begun to assume responsibilities and roles that go beyond the basic municipal functions established in the 1935 Municipal Organic Law—primarily limited to local services (the so-called ABC: lighting, sweeping, and streets). This study aims to document and make visible this evolution, opening a broader discussion on the role of DGs in the

remainder of the 21st century, especially given that municipalities—now functioning as a third level of government—are better positioned to manage basic local services.

As discussed in Rodríguez Miranda et al. (2024), DGs already engage in the formulation and implementation of policies related to economic and social development, as well as territorial planning area formally assigned to them by Law No. 18.308 on Territorial Planning and Sustainable Development (OTDS). However, DGs range quite significantly in their institutional structures, technical capacities, and policy priorities. While departments such as Montevideo, Canelones, and Maldonado have developed relatively sophisticated planning instruments and dedicated technical teams, smaller and less resourced departments in the northeast and centre of the country often lack the organizational infrastructure to fully implement the OTDS mandate (Rodríguez Miranda & Vial, 2021; Rocca et al., 2024). These disparities mean that the relationship between DGs and territorial planning varies considerably: some departments have advanced toward strategic, multi-sectoral development plans, while others remain largely confined to traditional service provision functions. This heterogeneity is central to the present study, as it directly shapes the extent and nature of each DGs involvement in the provision of public goods and services across different development dimensions.

In many cases, DGs also take important steps to promote social capital and strengthen territorial networks, both to support local initiatives and to better attract and utilize national resources and policies. Moreover, DGs play an increasingly active role in policy areas such as education and health, enhancing the effectiveness and efficiency of national interventions. Bello-Gómez (2020) provides relevant comparative evidence from Colombia, showing that national deconcentrated capacity can indirectly boost subnational service provision and that the least endowed regions benefit the most which suggests that the interaction between national and departmental capacities matters as much as the capacities themselves.

Recent empirical work has begun to illuminate the management dynamics within Uruguayan DGs. Rodríguez (2024), comparing the DGs of Paysandú and Cerro Largo over the period 2005-2020, finds that when intergovernmental relationships are strong, DGs tend to adopt more formalized, strategic, and results-oriented management models; when these relationships are weak, management becomes more informal and discretionary. These management differences are not merely stylistic; they reflect deeper structural contrasts between departments in terms of organizational size, professional staffing, and the degree to which planning and development functions have been institutionalized beyond the traditional services (waste management, public lighting, and street maintenance).

At the fiscal level, departmental autonomy is highly uneven: while Montevideo, Maldonado and Canelones finance the vast majority of their budgets from own-source revenues, departments such as Rivera, Artigas, Cerro Largo, and Treinta y Tres depend on national transfers for 50-60% of their income (Rocca et al., 2024). Furthermore, Freigedo et al. (2019), analysing over 4,000 resolutions from municipalities in Canelones, show that while the 2010 decentralization brought citizens closer to their representatives, the lack of transferred competencies and resources limits the capacity of local governments to address the most pressing local issues.

The Local Autonomy Index for Uruguay developed by Freigedo and Goinheix (2021) takes a multidimensional approach to assessing DG autonomy, incorporating not only fiscal and economic dimensions but also political and institutional ones. Their analysis concludes that DGs in Uruguay enjoy high levels of legal autonomy and moderately high fiscal autonomy. However, in most policy areas, their functional competencies and actual discretionary capacity remain low, reflecting a significant dependence on the central government.

This scenario raises important questions about the real possibilities for DGs to contribute to territorial development through their involvement in the provision of public goods and services. Despite the growing body of research on Uruguayan decentralization and subnational governance, no study has yet systematically measured the extent to which DGs autonomously provide public goods and services across different development dimensions, nor how they prioritize these dimensions in their budgetary allocations. This is precisely the gap that the present study seeks to address.

2.3 Public goods and services (PG&S): conceptual review and multilevel responsibilities

The traditional debate around PG&S has revolved around two key dimensions: their role as a fundamental instrument of the State to meet collective needs, and the delineation of boundaries between State and market responsibilities. Contemporary dynamics—such as globalization, technological development, the diversification of social demands, and the search for governance models suited to complex and interdependent contexts—have challenged this traditional framework (Seo, 2020).

Although public goods have a long history, their modern theorization is relatively recent and has developed mainly within the field of economics, particularly through the lens of fiscal federalism. The foundational contributions of Musgrave (1939) and Samuelson (1954) remain central to this literature. Public goods are typically defined by two key properties: non-rivalry (one person's use does not reduce availability to others) and non-excludability (no one can be excluded from use). These features justify State intervention, as market-based provision tends to result in issues like the free-rider problem and is constrained by limited resources (Heide & Heijman, 2019; Cox, 2020). Hence, State provision is considered necessary for the sustainability of such goods, particularly in domains where lack of access directly affects collective well-being—such as health, education, environmental protection, and basic infrastructure (Seo, 2020; Young, 2021).

Over time, the concept has been refined. Some goods are now considered "pure public goods" when they fully meet both criteria (e.g., national defence), while others—so-called collective goods—only partially meet them and may involve private sector participation. Moreover, the binary division between public and private provision is increasingly insufficient, as it overlooks the role of third-sector actors such as NGOs, foundations, and nonprofit corporations (Young, 2021). This has led to new discussions around global public goods (Kopiński et al., 2023) and the recognition that the scope of what is considered "public" is ultimately a political decision, not an inherent characteristic of the good itself.

Contrary to sceptical views, Ostrom's theory of self-governance has demonstrated that collective action and social agreements can sustain the provision of common goods, challenging individualistic models based on the prisoner's dilemma (Thiel et al., 2019; Tong, 2022). User interaction, communication, and the establishment of consensual rules and usage limits can enable communities to manage shared resources effectively without resorting to either privatization or centralized State control.

From a legal and administrative standpoint, public services have traditionally been defined as regular technical provisions intended to meet collective needs, usually under State responsibility. A more recent and widely accepted definition views public services as activities carried out—directly or indirectly—by public administration, regulated by public law, and aimed at satisfying collective needs, subordinating private interests to the public good (Abdurrahman, 2023). Even when non-state actors are involved in delivery, ultimate responsibility remains with the State (Lutsiv, 2021).

Importantly, the final act of providing a public good or service is rarely the responsibility of a single government entity. In practice, interdependence between government levels—and even among units within the same level—is the norm. These intergovernmental relations are as critical as policy design itself, encompassing both formal mechanisms and informal, subjective dynamics (Bakvis, 2021). Several factors condition these intergovernmental relationships: the number and diversity of government units; the variety of officials involved; the frequency and intensity of their interactions; the willingness to cooperate; and the clarity and sufficiency of public financing (Chepkorir & Omwenga, 2023; Kurian, 2025).

This creates a complex web of interaction involving multiple levels of government and civil society actors—such as NGOs, trade unions, cooperatives, and private firms—whose participation varies by context. It is therefore essential to clearly identify the roles that each institutional actor plays in the provision of public goods and services, as multiple actors may be involved in both their production and delivery.

3. METHODOLOGY

To assess the potential contribution of subnational governments to territorial development - based on their role in the provision of PG&S- this study employs a mixed-methods approach combining qualitative and quantitative techniques in two sequential stages. The first stage was qualitative, involving the implementation of participatory workshops, while the second stage was quantitative, consisting of the construction of normalized indexes based on data gathered in the first phase. It is important to note that this is an experimental methodology piloted in two DGs. As such, the findings provide a basis for generating hypotheses to be tested in future research. A detailed description of the full methodological protocol is available in (Rodríguez Miranda et al., 2025).

Participatory workshops are planned activities in which a group of participants engages actively under the guidance of a facilitator, with the aim of producing qualitative data through interactive methods. These workshops allow for a deeper understanding of collective experiences, promote critical and collaborative reflection, and support the co-creation of knowledge (Denzin & Lincoln, 2018; Flick, 2018).

A total of four workshops were held in the DG of Rivera and two in the DG of San José, covering 12 departments or priority areas in the former and 10 in the latter. Participants included 32 individuals in Rivera and 22 in San José, comprising area directors and senior technical staff from key units of each DG, selected in coordination with the respective development directorates, the *Dirección de Desarrollo* in Rivera and the *Instituto de Desarrollo y Estadísticas* in San José, which played a central role in organizing and guiding the process. Each workshop was organized by thematic area, following a semi-structured group interview protocol. Sessions began with a presentation of the project framework, followed by facilitated discussion aimed at identifying, characterizing, and prioritizing the PG&S delivered by each directorate. These were then categorized according to the dimensions of the IDERE-UY index. This process yielded 131 PG&S in Rivera and 98 in San José, reflecting each DGs distinct priorities and organizational emphasis.

Once the PG&S provided by the DGs were identified, the Local Public Goods and Services Provision Index (LPI-PGS) was calculated. This index combines inputs related to decision-making autonomy and the amount of resources available. It was constructed through consensus with the local actors involved in the workshops, following recommendations from validated international methodologies (OECD, 2008; EUROSTAT, 2011).

To assess the autonomy in decision-making regarding PG&S provision, three elements were evaluated, based on consensus with the workshop participants:

1. Financing.
Score 3: Funding is included in the five-year budget and/or is secured for the full administrative term.
Score 2: Funding is guaranteed for more than one year.
Score 0.5: Funding relies on one-time allocations and/or is secured for one year or less.
2. Relationship with the National Government (NG).
Score 3: The competency is exclusive to the DG or managed with high autonomy.
Score 2: There is partial DG autonomy and/or shared provision with the NG.
Score 0.5: The DG plays a subsidiary role, with the NG leading the PG&S provision.
3. Role and Responsibility of the DG.
Score 3: The DG participates from the planning stage.
Score 2: The DG participates in the execution phase.
Score 1: The DG coordinates the provision.
Score 0.5: The DG does not provide the service directly but plays an informative, evaluative, or oversight role.

The first two rubrics emphasize penalizing the lowest levels of autonomy. That is, when funding is temporary and uncertain, or when the DG is merely a subsidiary actor in a service provided mainly by the NG. The third rubric allows for more nuance: from full planning and design responsibility by the DG, to execution-only participation, to coordination with the NG, and finally to minimal involvement through ex post monitoring or information sharing.

Each PG&S is assigned an average score across the three rubrics (each weighted equally, at one-third), resulting in a value ranging from 0.5 to 3 per PG&S. Dimension-level averages are then calculated to generate what is referred to as the autonomy component in PG&S provision by IDERE-UY dimension. Autonomy scores were initially assigned through facilitated consensus during the workshops, then validated and adjusted through semi-structured follow-up interviews with the development directorates of each DG. All sessions were documented through detailed field notes.

While measuring the autonomy with which PG&S are delivered is crucial, this measure alone is insufficient. Having high autonomy over a small-scale PG&S affecting only a narrow segment of the population or territory is not equivalent to having autonomy over a service with broad, transformative impact. Therefore, estimating the magnitude or scale of each PG&S is a necessary complement to autonomy analysis.

This was addressed in two ways. First, DG budgets were analysed, with expenditures classified and mapped to the programs, projects, and policies used to identify the PG&S. Second, budget allocations were distributed across the IDERE-UY development dimensions.

To determine the share of each PG&S within the budget for each development dimensions well as the overall budget share for each dimension the following sources were used:

- Expenditure categories and item classifications reported through the Financial Information System (Sistema de Información Financiera, SIFI, Spanish acronym), which is used by DGs to submit annual financial reports to the Office of Planning and Budget.
- Budget reports aligned with the 17 SDGs, where available. These reports allow for conversion to the IDERE-UY dimensions through methodological equivalence.
- Technical support and data from the finance and budget units within each DG.

The autonomy component and the budget component were aggregated at the dimension level using geometric aggregation, following the approach used in the construction of IDERE-UY, with min-max normalization applied to both components prior to aggregation (OECD, 2008). However, it is essential to emphasize that this process constitutes a pilot implementation of the proposed methodology. As such, the budget and expenditure allocations by PG&S and development dimension should be regarded as approximations. The SIFI system budget items and sub-items are not designed around PG&S or development dimensions. Likewise, SDG-based budget reports - when available- are approximations based on assumptions, since budget registration does not directly follow SDG or development logic. These classifications are applied ex post, based on financial reporting formats that often do not allow for the disaggregation required for this analysis. Given the pilot nature of the study, with only two DGs and ten IDERE-UY dimensions per case, the correlations and simple linear regressions reported in the results section are based on a limited number of observations (n=10 per DG) and should be interpreted as exploratory rather than confirmatory.

4. RESULTS AND ANALYSIS

The following section presents examples of how autonomy scores were assigned for the identification of autonomy in the provision of PG&S. It also illustrates how projects, programs, and initiatives are linked to specific PG&S. Table 1 presents the case of four PG&S provided by the DG of San José across different development dimensions, while Table 2 does the same for Rivera, using examples from the remaining dimensions included in the IDERE-UY index.

How Do Subnational Governments Contribute to Territorial Development?

Table 1. Examples from San José: Public Goods and Services by Development Dimension, Linkages with DG Projects, Programs or Initiatives, and Assigned Autonomy Scores for Their Provision

Dimension	PG&S	Description	Related Projects, Programs, or Initiatives	Autonomy Average Score	Financing	Relationship with the NG in Provision	Role and Responsibility of the DG
Economic Activity	Support for the Development of Micro, Small, and Medium-Sized Enterprises	Programs aimed at the creation, training, logistical support, and financial assistance for micro, small, and medium-sized enterprises.	Support for productive ventures and artisans	1.5	0.5	2	2
			Productive Investment Program	2.0	2	2	2
			Entrepreneurship Sponsorship Institution	2.3	3	2	2
Well-being and Social Cohesion	Programs for Social Inclusion and Integration	Actions designed to promote sports, cultural, social, and welfare activities, with an emphasis on inclusion and equity.	Youth Participation Program	2.7	3	2	3
			Older Adults Program	2.7	3	2	3
			Inclusion and Accessibility	3.0	3	3	3
Institutions	Innovation and Modernization of Territorial Public Management	Modernization mechanisms and innovative methodologies for public management (intended to improve decision-making, transparency, and accountability).	Departmental Institute of Statistics.	3.0	3	3	3
			Digital Government	3.0	3	3	3
			Strengthening the work of municipalities	2.3	2	2	3
			Regionalization	2.3	3	3	1
			Project Strategy and Management	3.0	3	3	3
Public Safety	Road Safety	Actions aimed at implementing safe and reliable transportation and mobility systems for the population.	Defensive Driving Workshops	0.7	0.5	0.5	1
			Education and awareness campaigns	3.0	3	3	3
			Signage, road signs, and infrastructure	3.0	3	3	3

Source: Own elaboration.

As shown in the two tables, each public good or service, classified under a specific development dimension, may result from more than one program or project implemented by the DG. The assignment of autonomy scores for the provision of each public good or service is based on the analysis of each associated program or project, applying the predefined rubrics for the three relevant aspects: financing, relationship with the National Government (NG) in provision, and the role and responsibility of the DG in provision.

To obtain the final autonomy score for each public good or service, a simple average of the summary scores assigned to each related program or project is calculated.

Table 2. Examples from Rivera: Public Goods and Services by Development Dimension, Linkages with DG Projects, Programs or Initiatives, and Assigned Autonomy Scores for Their Provision

Dimension	PG&S	Description	Related Projects, Programs, or Initiatives	Autonomy Average Score	Financing	Relationship with the NG in Provision	Role and Responsibility of the DG
Education	Support for children and youth	Initiatives aimed at supporting students across various educational levels, including transportation, scholarships, housing, and other forms of assistance.	Subsidies to private companies for student transportation	2.7	3	2	3
			Rural shuttle bus service	3.0	3	3	3
			Subsidized tickets for tertiary-level students	3.0	3	3	3
			Student housing facilities	3.0	3	3	3
			Support for CAIF early childhood centres	2.7	3	2	3
Health	Promotion of general health	Initiatives focused on prevention, early detection, and general improvement of population health, with special attention to rural areas and/or target groups facing access barriers.	Neighbourhood-level medical care	2.7	3	2	3
			Community health clinics	3.0	3	3	3
			“Esperanza Express” (mobile medical bus)	3.0	3	3	3
			“Lactation Express” (mobile lactation support unit)	2.7	3	2	3
Environment	Protection and maintenance of terrestrial ecosystems	Projects and initiatives aimed at the protection, restoration, and maintenance of terrestrial areas for the preservation of ecosystems.	“More Water, More Identity”: Program for the conservation of native pasture near water sources	2.3	2	2	3
			Restoration efforts in Valle del Lunarejo and management of the protected area	2.7	3	2	3
			Cuñapirú Park	2.7	2	3	3
Gender	Promotion of inclusive sports with a gender-sensitive approach	Actions aimed at promoting sports activities with a gender-sensitive approach.	Organization of primary school sports tournaments (with a focus on disciplines and participation of girls and mixed teams)	2.3	2	2	3

Source: Own elaboration.

By compiling all identified PG&S, following the methodology illustrated in the previous examples, it is possible to calculate the Autonomy Component in the Local Provision of PG&S for each development dimension. Table 3 presents this calculation for the DGs of Rivera and San José, based on the development dimensions defined in the IDERE-UY index.

Table 3. Weighted Component of Autonomy in the Local Provision of Public Goods and Services by Development Dimension

DIMENSION	RIVERA	SAN JOSE
Economic Activity	2.79	2.71
Well-being and Social Cohesion	2.84	2.73
Education	2.79	2.88
Institutions	2.55	2.65
Health	2.81	2.55

Source: Own elaboration.

Table 3 presents, for each development dimension, the weighted average (based on the share of the DG's budget allocated to the dimension) of the Autonomy Component in the Provision of Public Goods and Services. This component constitutes a first relevant result for understanding how the DG performs in the provision of public goods and services within each dimension. A provision with a higher level of autonomy (closer to the maximum score of 3) reflects a greater proactive capacity to generate, either independently or in coordination with the National Government (NG), public goods and services that contribute to improved departmental performance in that dimension.

In addition, a Budget Priority Component is calculated for the development dimensions. This is shown in Table 4. It reflects the weight of each dimension in the DG's total budget and generates a

How Do Subnational Governments Contribute to Territorial Development?

score based on the highest budget share recorded across all dimensions. The resulting values are rescaled on a 0-to-3 scale.

Table 4. Budget Priority Component by Development Dimension

DIMENSION	Share of Each Dimension in the DG's Total Budget		Budget Priority Component by Dimension	
	RIVERA	SAN JOSE	RIVERA	SAN JOSE
Economic Activity	22.7%	17.7%	2.53	1.91
Well-being and Social Cohesion	26.9%	27.8%	3.00	3.00
Education	5.9%	11.2%	0.66	1.21
Institutions	13.3%	5.7%	1.48	0.61
Health	5.2%	10.1%	0.58	1.09

Source: Own elaboration.

Thus, the LPI-PGS by development dimension is calculated as the simple average of the two components described above. Table 5 presents the LPI-PGS results by dimension for the DGs of San José and Rivera.

Table 5. Local Public Goods and Services Provision Index (LPI-PGS) by Development Dimension for Each DG

DIMENSION	DG of RIVERA			DG of SAN JOSÉ		
	Autonomy Component	Budget Priority Component	LPI-PGS	Autonomy Component	Budget Priority Component	LPI-PGS
Economic Activity	2.79	2.53	2.66	2.71	1.91	2.31
Well-being and Social Cohesion	2.84	3.00	2.92	2.73	3.00	2.87
Education	2.79	0.66	1.72	2.88	1.21	2.04
Institutions	2.55	1.48	2.02	2.65	0.61	1.63
Health	2.81	0.58	1.69	2.55	1.09	1.82

Source: Own elaboration.

As observed in Table 5, within the DG of Rivera, the dimensions of well-being and social cohesion and economic activity exhibit the highest values in the LPI-PGS, followed in third place by the institution's dimension. These high values reflect a combination of a strong autonomy of the DG in the provision of PG&S alongside a high budgetary priority assigned to these dimensions. In the case of San José, the well-being and social cohesion dimension stands out with the highest LPI-PGS values, followed by the economic activity dimension. For Rivera, the institutions dimension occupies an intermediate position with an LPI-PGS around 2, whereas for San José, the education dimension holds a similar value near 2. For both DGs, the remaining dimensions show LPI-PGS values ranging between 1 and 2.

As mentioned earlier and evident from the calculation method, a higher LPI-PGS value indicates that the DG has greater autonomy in the provision of PG&S (reflecting higher capacity for initiative and influence), combined with a prioritization of the dimension in budgetary terms. In other words, a higher LPI-PGS value suggests that the DG's actions are supported by both greater initiative and resources. Nonetheless, as noted, the LPI-PGS result is a pilot prototype that should be further refined in future research as more sophisticated administrative and financial data become available.

From the above, the question arises: is a higher LPI-PGS value in a DG for a given development dimension associated with the department's performance (the outcome) in that dimension?

The following analyses this relationship—using correlations and simple linear regressions—for each DG (Rivera and San José), between absolute and relative performance in each dimension and the indices of PG&S provision, autonomy in PG&S provision per dimension, and the LPI-PGS which combines autonomy and budget prioritization by dimension. The goal is to find evidence as to whether improvements in the IDERE dimensions within the department, both in absolute terms of index growth and in relative rank improvements among the 19 departments nationwide, are related to the DG's performance in local PG&S provision in those dimensions.

This represents a preliminary exploration that does not attribute causality but highlights the relevance of a hypothesis for further study regarding the DGs' role in enhancing IDERE-UY dimensions—recognizing that multiple factors beyond the DG's control also play significant roles. This exploratory exercise is motivated not only by the limitations of administrative and financial information available for constructing the LPI-PGS indices for Rivera and San José but also by the limited sample size, which constrains the reliability of statistical regressions. Nonetheless, this approach is appropriate for identifying potential relationships worthy of further validation in subsequent studies.

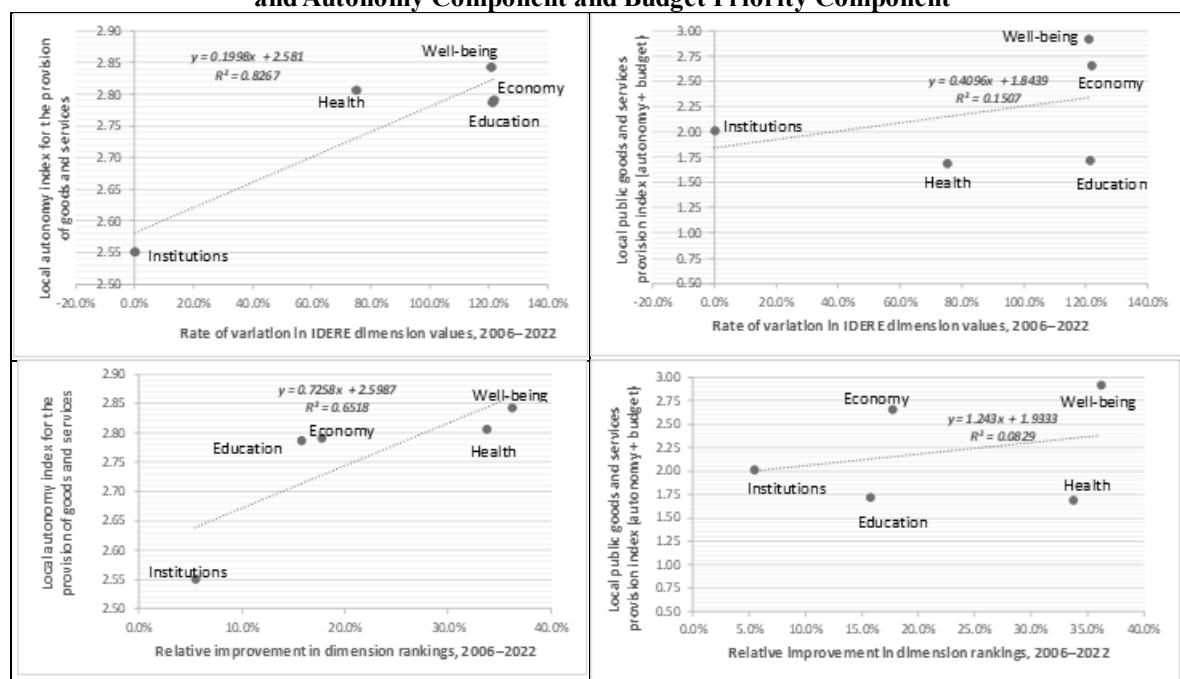
Figures 1 and 2 display these relationships for the cases of Rivera and San José. Notably, in both cases, the same pattern emerges as there is a significant relationship with high R^2 values (ranging from 55% to 83%, depending on the case) linking both absolute and relative improvements in the IDERE-UY dimensions to the DGs' performance in PG&S provision within each dimension.

However, the significant positive relationship is observed primarily between improvements in the IDERE dimensions—both absolute and relative—and the level of autonomy with which the DGs locally provide PG&S in each dimension. In contrast, the relationship between improvements in the IDERE-UY dimensions and the LPI-PGS—which incorporates not only autonomy in provision but also the budgetary weight of the DG's resources—is weak or very weak, depending on the case.

This finding may be interpreted in two ways: (a) the measurement of the budgetary weight of dimensions and PG&S within the DG's budget could be improved (as it was constructed ad hoc for this study), potentially enhancing the results; or (b) the contribution of DGs to local PG&S provision complements the national provision of PG&S across the different IDERE-UY dimensions, so beyond budget weight, the autonomy with which local PG&S are provided is more critical, as they leverage national resources and not solely DG resources.

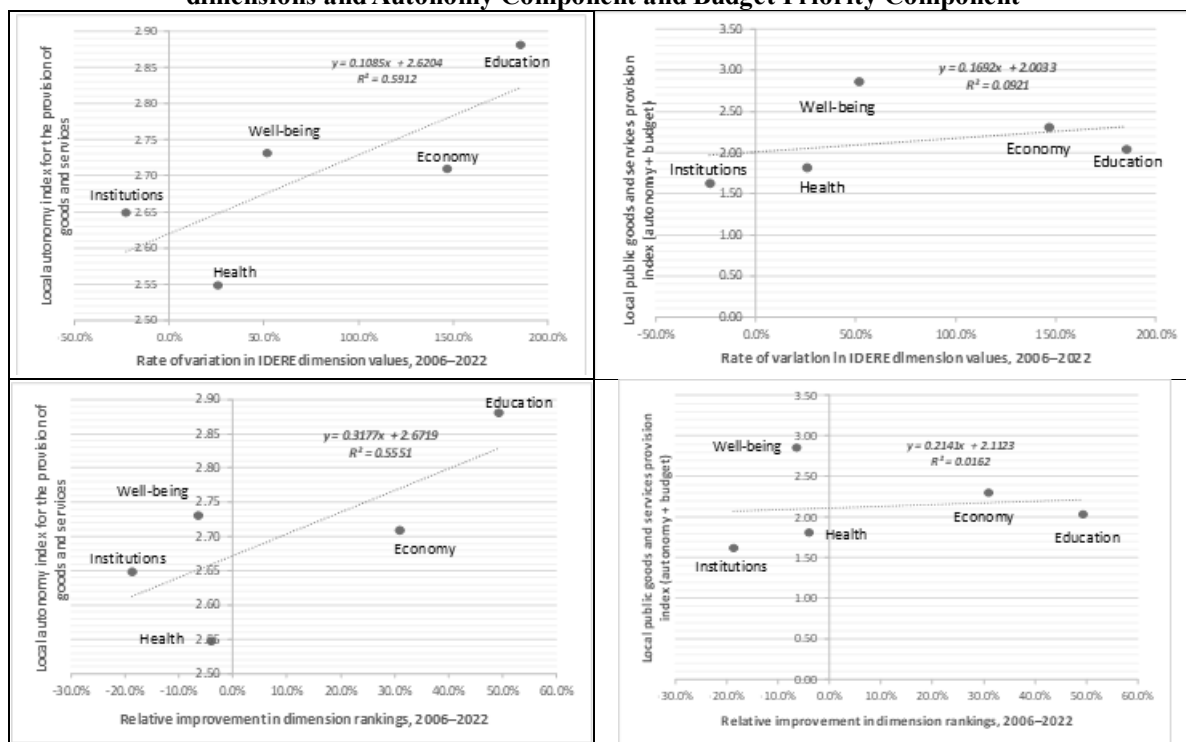
We consider the second explanation more plausible, although it remains a hypothesis to be explored. For example, in the education dimension, the bulk of resources and PG&S provision rests with the National Government (NG), making it unlikely that this dimension commands a large share of the DG's overall budget. Nevertheless, the local provision of PG&S in education by the DG—mobilizing significantly fewer resources than central PG&S—can have an important impact, for instance, on access for rural or vulnerable populations.

Figure 1. Relationship in Rivera between absolute and relative performance in IDERE-UY dimensions and Autonomy Component and Budget Priority Component



Source: Own elaboration.

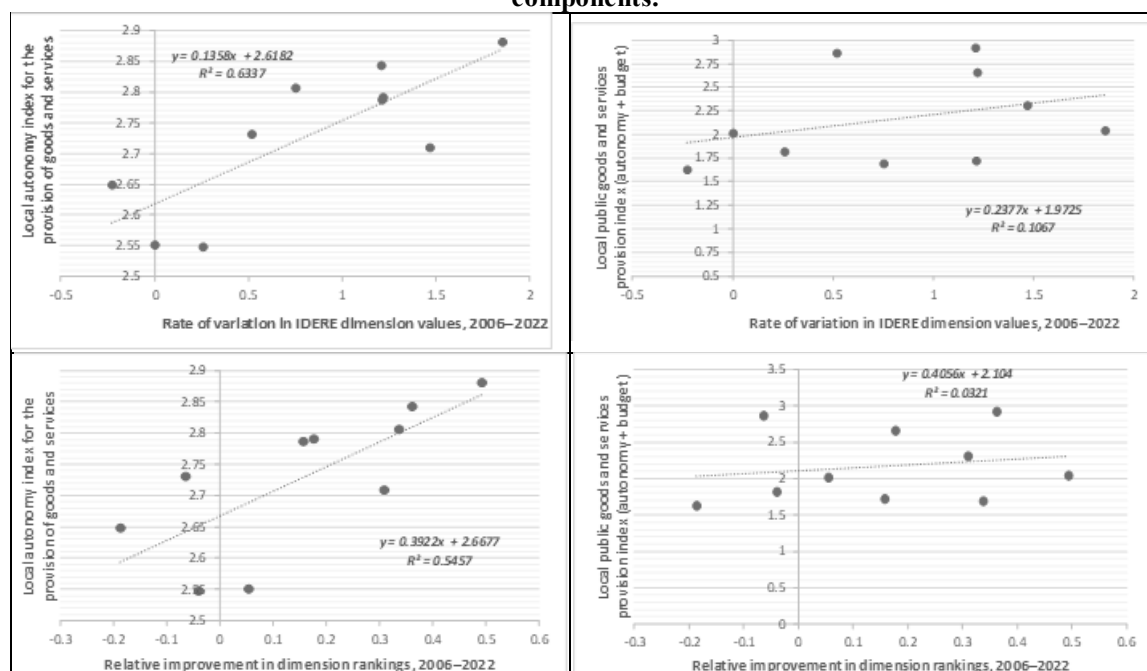
Figure 2. Relationship in San José between absolute and relative performance in IDERE-UY dimensions and Autonomy Component and Budget Priority Component



Source: Own elaboration.

In Figure 3, considering both DGs together to increase the number of observations, and taking into account the five IDERE-UY dimensions for both departments along with the Autonomy Component and LPI-PGS indices, we observe—as expected—the same positive relationship found in each individual case between autonomy in local PG&S provision and performance in the dimensions, both in terms of absolute growth and relative improvement in the departmental ranking. Similarly, as previously found, the relationship between improvements in the IDERE-UY dimensions and the LPI-PGS appears to be weak.

Figure 3. Relationship in Rivera and San José, pooling all observations from both DGs between absolute and relative performance in IDERE-UY dimensions and the Autonomy and Budget Priority components.



Source: Own elaboration.

5. DISCUSSION

The pilot construction and application of the LPI-PGS have enabled a systematic approach to analyse the performance of DGs in the provision of public goods and services relevant to various dimensions of territorial development. By combining autonomy in service provision with budgetary prioritization by dimension, the index aims to capture the capacity of DGs to proactively influence local well-being.

The results for the departments of Rivera and San José reveal significant variation across dimensions, both in terms of autonomy and resource allocation, which translates into differing levels of the LPI-PGS. In both cases, the highest index scores are found in dimensions where DGs exhibit both greater autonomy and higher relative budgetary prioritization, namely well-being and social cohesion, and economic activity. These are precisely the dimensions where DGs have historically developed the strongest policy infrastructure beyond the traditional ABC functions, consistent with the expanded role documented by Rodríguez Miranda et al. (2024). The fact that Rivera's department with medium-to-low development shows its highest LPI-PGS in well-being and social cohesion and economic activity, while San José with medium-to-high development shares high scores in well-being and social cohesion but also stands out in environment and education, suggests that more developed departments may be in a better position to diversify their autonomous provision across a broader set of dimensions. This pattern aligns with the international evidence linking stronger subnational institutional capacity to broader development outcomes (Iddawela et al., 2021; Siswidiyanto & Sahputri, 2023).

The contrasting profiles of Rivera and San José also illustrate the heterogeneity among DGs in their relationship with territorial planning. While both departments have responsibilities under Law No. 18.308 (OTDS), their institutional capacity to exercise these responsibilities differs markedly. San José, located in the more developed southern region and with greater fiscal autonomy (Rocca et al., 2024), appears better positioned to translate planning mandates into diversified PG&S provision. Rivera, more dependent on national transfers, concentrates its autonomous action on fewer dimensions but achieves notable autonomy scores in those areas, an outcome consistent with the finding by Bello-Gómez (2020) that the interaction between national and subnational capacities can amplify the impact of limited local resources, particularly in less endowed regions.

The exploratory analysis of the relationship between the LPI-PGS and performance in the IDERE-UY suggests a positive and significant association between levels of autonomy in PG&S provision by DGs and both absolute and relative improvements in territorial development dimensions. The R^2 values ranging from 55% to 83% are noteworthy for a pilot study with limited observations ($n=10$ per DG), and are consistent with the broader literature suggesting that effective subnational governance not merely the volume of resources is a key driver of regional development (Kyriacou et al., 2017; Muinelo-Gallo & Rodríguez Miranda, 2014). In contrast, the inclusion of the budgetary prioritization component in the index does not substantially enhance its explanatory power regarding departmental performance. This finding is interpretively significant: it suggests that the quality and autonomy of local PG&S provision may matter more than the sheer volume of budgetary resources allocated, reinforcing the argument by Otero-Bahamón (2020) that place-sensitive approaches adapted to local conditions can be more effective than resource-intensive but place-blind policies.

These findings reinforce the hypothesis that the ability of subnational governments to design and implement public policies with a certain degree of autonomy may have significant impacts on territorial development, even when available resources are limited. However, this study should be understood as an exploratory approach, and its findings interpreted with caution given data quality and availability constraints, as well as the limited number of observations.

While the evidence does not permit causal inference, it does support the relevance of a research and policy agenda aimed at better understanding the mechanisms through which subnational governments may effectively contribute to territorial development. Three lines of advancement emerge from these results: first, improving the quality and traceability of budgetary and programmatic information aligned with substantive development dimensions; second, strengthening DGs institutional capacity to design and implement public policies with greater autonomy as the positive association between autonomy and IDERE-UY performance found here

suggests this may yield greater returns than simply increasing fiscal transfers; and third, rethinking multi-scalar coordination schemes and the distribution of competences across levels of government, informed by the kind of dimension-by-dimension diagnostic that the LPI-PGS enables.

6. CONCLUSIONS

This study set out to explore the extent to which Departmental Governments in Uruguay contribute to territorial development through the provision of public goods and services. By constructing and piloting the Local Public Goods and Services Provision Index (LPI-PGS) in two departments with contrasting development profiles (Rivera and San José) the research offers an initial, systematic approach to a question that has remained largely unaddressed in the Uruguayan literature.

The main finding is that the degree of autonomy with which DGs provide PG&S appears to be more strongly associated with improvements in territorial development indicators than the volume of budgetary resources allocated to those dimensions. This suggests that effective autonomy the capacity to design, plan, and implement local policies with a degree of initiative may be a more decisive factor than fiscal weight alone, even in departments with limited resources. The contrasting cases of Rivera and San José illustrate that while more developed departments tend to diversify their autonomous provision across a broader set of development dimensions, less developed departments can still achieve significant autonomy in select areas, potentially leveraging complementarities with national-level provision.

However, these findings must be interpreted with considerable caution due to several important limitations.

First, and most critically, there is no official, robust, and uniform information system across Uruguay's 19 departments that systematically records the type, scope, and characteristics of PG&S provided by each DG, nor the degree of autonomy with which these services are delivered. In the absence of such a system, the data underpinning this study were generated through participatory workshops and validated with local technical teams. While this approach has significant methodological value -as it captures institutional knowledge that is otherwise undocumented- it also means that the information reflects the interests, priorities, and declared emphasis of each participating DG. Consequently, the resulting data are shaped not only by what each government does, but also by what it chooses to make visible and how it organizes and communicates its own information.

Second, the quality and quantity of available administrative and financial data varied considerably between the two departments studied. Budget classification systems such as SIFI were not designed to track expenditures by PG&S or development dimension, and SDG-aligned budget reports where available are themselves approximations. This heterogeneity in information management introduces an additional layer of imprecision into the construction of the index.

Third, the limited number of observations ($n=10$ per DG, corresponding to the five IDERE-UY dimensions in each case) restricts the statistical power of the exploratory regressions and precludes any causal inference.

Despite these limitations, the LPI-PGS provides a conceptual and practical platform that can be refined and expanded as information systems improve and as more departments are incorporated into the analysis. The working hypotheses generated here -particularly regarding the primacy of autonomy over fiscal volume- offer a clear research agenda for future studies with broader coverage and more robust data. Ultimately, this study underscores that understanding the role of subnational governments in territorial development requires not only better analytical tools, but also a sustained institutional effort to produce comparable, transparent, and development-oriented public information at the departmental level.

7. REFERENCES

- Abdurrahman, B. (2023). Challenges of defining public services as the object of state administration activity. *Interdisciplinary Journal of Research and Development*, 10(1), Article 106. <https://doi.org/10.56345/ijrdv10n1s106>
- Abreu, M., Comim, F., & Jones, C. (2024). A capability approach perspective on regional development. *Regional Studies*, 58(11). <https://doi.org/10.1080/00343404.2023.2276332>
- Albuquerque, F., Ferraro, C., & Costamagna, P. (2008). *Desarrollo económico local, descentralización y democracia: Ideas para un cambio*. UNSAM.
- Alkire, S. (2010). Human development: Definitions, critiques, and related concepts. *Human Development Research Paper* (UNDP/HDRO), 2010/01.
- Aroca, P., & Azzoni, C. (2021). Regional development in Latin America. *Regional Science Policy & Practice*, 13(4), 1094–1095.
- Bakvis, H. (2021). Federalism and multilevel governance. In *Handbook of public administration* (pp. 147–168). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429270680-9>
- Bello-Gómez, R. A. (2020). Interacting capacities: The indirect national contribution to subnational service provision. *Public Administration Review*, 80(2), 264–276. <https://doi.org/10.1111/puar.13192>
- Chepkorir, C., & Omwenga, J. Q. (2023). Intergovernmental relations and public service delivery in Kisii County. *The Strategic Journal of Business & Change Management*, 10(2), 942–959. <https://doi.org/10.61426/sjbcm.v10i2.2643>
- Clark, D. A., Biggeri, M., & Frediani, A. A. (2019). *The capability approach, empowerment and participation: Concepts, methods and applications*. Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1057/978-1-137-35230-9>
- Cox, K. (2020). Public goods. In *International encyclopedia of human geography* (2nd ed., pp. 89–93). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102295-5.10689-4>
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (Eds.). (2018). *The SAGE handbook of qualitative research* (5th ed.). SAGE Publications.
- Dörffel, C., & Schuhmann, S. (2022). What is inclusive development? Introducing the multidimensional inclusiveness index. *Social Indicators Research*, 160, 769–804. <https://doi.org/10.1007/s11205-021-02860-y>
- ECLAC. (2025). *Panorama del desarrollo territorial en América Latina y el Caribe 2024: Nuevas capacidades para la transformación territorial*. ECLAC.
- EUROSTAT. (2011). *European statistics code of practice*.
- Ferraz, D., Mariano, E. B., Rebelatto, D., & Hartmann, D. (2020). Linking human development and the financial responsibility of regions: Combined index proposals using methods from data envelopment analysis. *Social Indicators Research*, 150, 439–478. <https://doi.org/10.1007/s11205-020-02338-3>
- Filip, D., & Setzer, R. (2025). The impact of regional institutional quality on economic growth and resilience in the EU (ECB Working Paper No. 2025/3045). <https://doi.org/10.2139/ssrn.5201333>
- Flick, U. (2018). *An introduction to qualitative research* (6th ed.). SAGE Publications.
- Freigedo, M., & Goinheix, S. (2019). Análisis del nivel de autonomía de los gobiernos departamentales en Uruguay. In *Descentralización en Uruguay: Propuestas para avanzar en la agenda* (pp. 13–32). Fundación Konrad Adenauer.
- Freigedo, M., & Goinheix, S. (2021). *Local autonomy index for Uruguay*.
- Freigedo, M., Milanesi, A., & Bidegain, G. (2019). ¿Más descentralización, más representación? Evidencia de municipios uruguayos. *Teoría e Cultura*, 14(2), 55–72. <https://doi.org/10.34019/2318-101x.2019.v14.14091>
- Freigedo, M., Milanesi, A., & Fuentes, G. (2017). Invirtiendo la secuencia: El proceso de descentralización uruguayo bajo gobiernos de izquierda (2005–2015). *Revista Iberoamericana de Estudios Municipales*, 16, 9–36. <https://doi.org/10.32457/riem.vi16.335>
- Garcilazo, E., & McCann, P. (2025). The case for place-based policy: Economic divergence, governance integrity and climate change mitigation. *Regional Studies*, 59(1). <https://doi.org/10.1080/00343404.2025.2485126>

Heide, M., & Heijman, W. (2019). A public good perspective on the rural environment: Theory and history. In *Palgrave advances in bioeconomy: Economics and policies* (pp. 131–152). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-030-28642-2_7

Hernández, J., Vial, C., & Moller, F. (2022). Gestión pública subnacional y desarrollo territorial: Análisis de los gobiernos departamentales de Colombia. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(100).

Iddawela, Y., Lee, N., & Rodríguez-Pose, A. (2021). Quality of sub-national government and regional development in Africa. *The Journal of Development Studies*, 57(8), 1282–1302. <https://doi.org/10.1080/00220388.2021.1873286>

Kopiński, D., Nowicki, M., & Wróblewski, M. (2023). IMF and global public goods: Seeking a new role in the global economy. *Ekonomia Międzynarodowa*, 42, 19–42. <https://doi.org/10.18778/2082-4440.42.02>

Kurian, M. (2025). *Implementation and challenges of multi-level governance in the Western Balkans* (Sigma Papers). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/32891a8f-en>

Kyriacou, A. P., Muínelo-Gallo, L., & Roca-Sagalés, O. (2017). Fiscal decentralization and regional disparities: The importance of good governance. *Papers in Regional Science*, 94(1), 89–108.

Lutsiv, I. (2021). Doctrinal definitions of the concept of “public services”. *Social & Legal Studies*, 4(2), 19–25. <https://doi.org/10.32518/2617-4162-2021-2-19-25>

Midaglia, C., Castillo, M., & Freigedo, M. (2011). Mapeo de iniciativas en clave de políticas públicas. In *Uruguay Integra: Aportes y reflexiones para la agenda nacional de descentralización*. OPP.

Morretta, V. (2020). Territorial capital in local economic endogenous development. *Regional Science Policy & Practice*, 13(1). <https://doi.org/10.1111/rsp3.12317>

Muínelo-Gallo, L., & Rodríguez-Miranda, A. (2014). Descentralización fiscal, calidad de gestión de gobierno y disparidades regionales en Uruguay. *Estudios de Economía*, 41(2), 219–250.

Muínelo-Gallo, L., & Rodríguez-Miranda, A. (2019). Finanzas subnacionales y capacidades para el desarrollo económico territorial en Uruguay. In J. Hernández, J. Orihuela, & H. Willebald (Eds.), *México y Uruguay ante la Gran Recesión*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Musgrave, R. A. (1939). The voluntary exchange theory of public economy. *Quarterly Journal of Economics*, 53, 213–237.

Nijkamp, P. (2016). The resourceful region: A new conceptualisation of regional development strategies. *Journal of Regional Research*, 36, 191–214.

OECD. (2008). *Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide*. OECD & JRC European Commission.

Otero-Bahamón, S. (2020). Place-sensitive policies in the provision of subnational public goods in Colombia. *Latin American Politics and Society*, 62(3), 94–117. <https://doi.org/10.1017/lap.2020.8>

Perdomo, J., Phélan Casanova, M., & Levy-Carciente, S. (2021). Sustainable wellbeing operationalization and measurement based on the capabilities approach: The case of Latin America. *Sustainability*, 13(21), 12202. <https://doi.org/10.3390/su132112202>

Pérez, M. (2024). *¿Juntos a la par? : Crecimiento económico y desarrollo. Un estudio para los departamentos de Uruguay* [master's thesis, Universidad de la República].

Rocca, I., Franco, J., & Maeso, I. (2024). Finanzas departamentales en Uruguay: Implicancias en la desigualdad y el desarrollo territorial. Documento presentado en las Jornadas de Economía, Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, Universidad de la República.

Rodríguez, J. (2024). ¿Cómo inciden las relaciones intergubernamentales en los modelos de gestión de los gobiernos subnacionales? *Revista Uruguaya de Ciencia Política*, 33, Article 19. <https://doi.org/10.26851/rucp.33.19>

Rodríguez-Miranda, A. (2014). *Desarrollo económico y disparidades territoriales en Uruguay* (Cuaderno 03, Serie El Futuro en Foco). PNUD.

Rodríguez-Miranda, A., & Vial, C. (2021). *Medición y agenda para el desarrollo territorial en América Latina: El Índice de Desarrollo Regional LATAM*. Universidad Autónoma de Chile.

Rodríguez-Miranda, A., Vial, C., & Centurión, I. (2024). *Índice de desarrollo regional Uruguay*. Universidad de la República.

Rodríguez-Miranda, A., Vial, C., & Parrao, A. (2021). Índice compuesto y multidimensional de desarrollo regional: Una propuesta para América Latina. *Revista Iberoamericana de Estudios Municipales*, 23(1), 1–33.

Seo, S. (2020). The economics of global-scale public goods: Key challenges and theories. In *The economics of globally shared and public goods* (pp. 51–80). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819658-8.00003-2>

Sen, A. (1999). *Desarrollo y libertad*. Planeta.

Siswidiyanto, & Sahputri, R. A. M. (2023). Decentralisation and human development in Indonesia: The importance of local government capacity in delivering development outputs and outcomes. *Lex Localis – Journal of Local Self-Government*, 21(2), 393–419. [https://doi.org/10.4335/21.2.393-419\(2023\)](https://doi.org/10.4335/21.2.393-419(2023))

Thiel, A., Blomquist, W., & Garrick, D. E. (Eds.). (2019). *Governing complexity: Analyzing and applying polycentricity*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108325721>

Tong, X.-Z. (2022). An exploration of Elinor Ostrom’s theory of self-governance. *SHS Web of Conferences*, 148, 01003. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202214801003>

Vázquez-Barquero, A., & Rodríguez-Cohard, J. C. (2019). Local development in a global world: Challenges and opportunities. *Regional Science Policy & Practice*, 11, 885–897.

Young, D. (2021). Government failure theory. In *Economics for nonprofit managers and social entrepreneurs* (pp. 329–348). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780367696559-22>

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors gratefully acknowledge the financial support of the National Agency for Research and Innovation (ANII, Spanish acronym), through the María Viñas Fund, as well as the collaboration of the Departmental Governments, particularly their technical teams in Canelones (Canarian Center for Strategic Studies), Rivera (Department of Development and Environment), and San José (Departmental Institute of Statistics).

Entre las Miradas Institucionales y Ciudadanas: Análisis de los Procesos Participativos y Deliberativos en los Planes de Desarrollo Comunal (PLADECO) en Tres Ciudades Intermedias de Chile

Between Institutional and Citizen Perspectives: Analysis of Participatory and Deliberative Processes in the Communal Development Plans (PLADECO) in Three Intermediate Cities in Chile

Felipe E. Valenzuela Espinosa

Programa de Doctorado en Ciencias Sociales Universidad Autónoma de Chile
felipe.valenzuela4@cloud.uaautonoma.cl

Resumen

La articulación entre la perspectiva institucional y las organizaciones locales constituye un elemento central para fomentar procesos de desarrollo territorial pertinentes y sostenibles. El objetivo de este estudio es comparar las percepciones de los empleados públicos y de los líderes de las direcciones municipales en relación con su participación y con la presencia de prácticas deliberativas durante la elaboración e implementación del Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO). Para el trabajo de campo se realizaron 17 entrevistas, 3 grupos focales y un análisis de contenido de 3 informes finales de los PLADECOS. Los resultados evidencian una desarticulación interna en la circulación de información entre el PLADECO y la comunidad, así como una persistente falta de coordinación en la estrategia operativa de las direcciones municipales. Al mismo tiempo, se observa la existencia de una articulación técnico-ciudadana que permite identificar distintas tipologías de deliberación, clasificadas como sin deliberación, pre-deliberación y deliberación inicial, abriendo posibilidades para su consolidación en procesos futuros.

Palabras claves: PLADECO, prácticas deliberativas, ciudades intermedias, gobernanza local, tipologías de deliberación.

Códigos JEL: O29, O20, O21

Abstract

The articulation between the institutional perspective and local organizations constitutes a central element in promoting relevant and sustainable territorial development processes. This study aims to compare the perceptions of public employees and municipal department leaders regarding their participation and the presence of deliberative practices during the formulation and implementation of the Communal Development Plan (PLADECO). Fieldwork included 17 interviews, three focus groups, and a content analysis of three final PLADECO reports. The results reveal an internal disconnect in information flow between the PLADECO and the community, as well as a persistent lack of coordination in the operational strategy of municipal departments. At the same time, a technical–citizen articulation is observed, which enables the identification of different deliberation

typologies, classified as non-deliberation, pre-deliberation, and initial deliberation, thereby highlighting opportunities for their consolidation in future processes.

Keywords: PLADECO, deliberative practices, intermediate cities, local governance, deliberation typologies.

JEL codes: O29, O20, O21

1. INTRODUCCIÓN

1.1. PLADECO: normativa, etapas y vínculo con la participación ciudadana

Dentro de su organización político-administrativa subnacional, Chile cuenta con un total de 345 municipios (BCN, 2018), cuya dirección estratégica del desarrollo territorial se estructura a través de los denominados Planes de Desarrollo Comunal (PLADECO). Estos instrumentos forman parte de los mínimos obligatorios establecidos en la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades (LOCM). En este marco, el PLADECO se configura como un instrumento de ordenamiento territorial de carácter directivo, debido a su estructura planificada y a su función orientadora en el ejercicio de las responsabilidades públicas de las autoridades locales (Precht et al., 2017). En efecto, conforme a lo establecido en el artículo N.º 7, este instrumento es definido como el plan rector del desarrollo comunal, cuyo propósito central consiste en *“satisfacer las necesidades de la comunidad local y asegurar su participación en el progreso económico, social y cultural de las respectivas comunas”* (Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades, 2006, p. 1).

Desde una perspectiva que vincula la participación ciudadana con el PLADECO, resulta fundamental precisar el rol que esta desempeña al interior del instrumento, así como su incidencia en el desarrollo comunitario. En este sentido, la participación ciudadana adquiere relevancia en la medida en que posibilita la generación de procesos formativos que fortalecen la transparencia institucional y consolidan la relación entre la ciudadanía y las autoridades locales. Lo anterior se inscribe en el marco de la gestión interna, la probidad, la responsabilidad administrativa y la prevención de actos de corrupción, factores que inciden directamente en la efectividad de la gestión municipal (Quecaño y Domínguez, 2025).

No obstante, su relevancia, la naturaleza del PLADECO como instrumento indicativo limita el carácter vinculante de la participación ciudadana en su formulación e implementación. En efecto, si bien constituye una atribución privativa de gestión municipal, no exige la incorporación de mecanismos obligatorios de participación vinculante. A pesar de ello, su elaboración debe desarrollarse mediante etapas secuenciales que incluyan un diagnóstico territorial, la formulación de una prospectiva de acciones orientadas a abordar las necesidades comunales y el establecimiento de mecanismos de seguimiento y evaluación (Subdere, 2022). Sin embargo, la aplicación de estos procesos queda sujeta a la discrecionalidad de cada municipio, lo que ha generado efectos dispares entre comunas. En este contexto, se ha observado que la participación ciudadana *“por lo general se limita al momento de los diagnósticos, y no continúa en las etapas posteriores”* (Ruz et al., 2014, p. 19).

En consecuencia, la planificación local demanda la incorporación de procesos participativos de carácter más vinculante y deliberativo. Si bien estos principios están presentes a nivel declarativo en el marco normativo municipal, en la práctica *“la participación alcanza normalmente el nivel informativo y consultivo, pero escasamente el deliberativo o de control social”* (Vial y Hernández, 2017, p. 84). Esta limitación se acentúa particularmente en las fases de seguimiento y evaluación. No obstante, estudios a nivel nacional evidencian una valoración positiva del PLADECO por parte de actores no institucionales, dado que *“el 70% de los líderes territoriales señalan que este instrumento sí resuelve problemas”* (Subdere y Uach, 2021, p. 40).

1.2. Tensión interna y externa a nivel institucional

En este escenario de planificación local, se evidencian diversas tensiones al interior del problema de investigación, las cuales se estructuran en dos categorías: tensiones de carácter interno y tensiones de tipo externo. Ambas tipologías se inscriben en un mismo círculo de acción, dentro del cual se interconectan dinámicas de participación y prácticas deliberativas que configuran múltiples articulaciones en los procesos de toma de decisiones. En este marco, la colaboración participativa multinivel adquiere un rol central, pues posiciona al agente como actor fundamental en la producción de lo social dentro del espacio público (Cihan y Gür, 2024). En las tensiones de tipo interno se identifica, en primer lugar, la transferencia directa de información hacia los ciudadanos participantes, la cual se realiza sin la existencia de marcos formales de debate o deliberación. Asimismo, se observa la producción de recursos informativos que adquieren relevancia dentro del intercambio argumentativo entre la autoridad local y la ciudadanía. Finalmente, se constata la ausencia de procesos basados en dinámicas de acuerdo y/o decisiones vinculantes dentro de los mecanismos de participación actualmente vigentes (Montoya y Villegas, 2021).

En cuanto a las tensiones externas, estas se manifiestan a través de actos y dinámicas paradójales condicionadas por factores como: la motivación política a nivel local, los sistemas culturales de distribución del poder, la asignación de recursos, la emergencia de planes y acciones participativas, la implementación de procesos de evaluación innovadores y el fortalecimiento técnico de los equipos institucionales. Todo ello se orienta a la construcción de experiencias y aprendizajes basados en la práctica, con el fin de proyectarlos hacia el mejoramiento de otros contextos institucionales (Donoso, 2018). A pesar de esta orientación, tales tensiones externas ponen de relieve la necesidad de superar los enfoques centrados únicamente en la difusión de información, avanzando hacia formas de involucramiento ciudadano efectivo en las dinámicas institucionales (Carnovale y Beretta, 2019).

1.3. Casos de estudio

Partiendo de la premisa que los procesos de muestreo dentro de la investigación cualitativa “están sujetos a la dinámica que se deriva de los propios hallazgos de la investigación” (Sandoval, 2002, p.120). La selección de la muestra de la presente investigación se estructura en dos niveles generales de elegibilidad; en primer lugar, la elección de las unidades de gobierno local a estudiar (Municipalidades de Talca, Curicó y Linares) y en segundo lugar sobre la inclusión de sujetos pertenecientes a dichos casos.

La región del Maule es considerada como territorio que alberga los casos de estudios, en primer lugar, debido a la presencia de indicadores de pobreza que la sitúan como una de las cuatro regiones más vulnerables del país (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2022) y, en segundo lugar, considerando la presencia de un 23,3% de PLADECOS no actualizados (Sinim, 2022). Junto a esto precisar los bajos niveles de planificación territorial que a nivel de competitividad presentan en la aplicación de estrategias regionales de desarrollo (ERD), con una debilitada capacidad de transparencia y rendición de cuentas respecto a los compromisos asignados con los habitantes del territorio (Navarrete et.al, .2018).

A partir de lo anterior, se escogen tres municipalidades en base a tres criterios: uno demográfico y territorial, otro por estabilidad de los gobiernos locales; y otro por el perfil municipal al cual responden dichas municipalidades. Respecto al criterio demográfico y territorial, este considera a las tres comunas más densamente pobladas de la región junto con presentar una estructura demográfica similar a parte importante de las ciudades intermedias del centro sur de Chile (Maturana y Rojas, 2015). Se selecciona la municipalidad de Talca debido a su representatividad territorial como la capital de la región, junto con las municipalidades de Curicó y Linares que además son capitales provinciales.

2. METODOLOGÍA

2.1. Diseño de la investigación

Se hace uso de un diseño de investigación de corte cualitativo, el cual responde a la consideración de un proceso dúctil *“tanto en lo que concierne a la selección de participantes-actuales en la producción del contexto situacional, así como en lo que concierne a la interpretación y análisis”* (Delgado y Gutiérrez, 2007, p.79) ya que, va desdénando un ejercicio flexible y estratégico de organización. En este sentido utilizar el enfoque cualitativo para el diseño de la presente investigación se justifica en la naturaleza y presencia del objetivo de investigación, esto es la participación ciudadana y los instrumentos de planificación estratégica desde la percepción de empleados públicos y dirigentes vecinales.

2.2. Selección de la muestra

La selección de los sujetos participantes estará delimitada bajo dos procesos muestrales. Para los líderes instituciones representante de los departamentos municipales se empleará un muestreo de casos políticamente importantes, en cual contempla sujetos claves en la entrega de información, dado su bagaje y conocimiento de la realidad empírica. Para los profesionales integrante de los departamentos municipales se utilizará un muestro de casos típico, el cual *“se relaciona con la identificación en procesos sociales, objeto de investigación, de los actores principales, es decir, los que intervienen directa o indirectamente, pero de modo significativo en la toma de decisiones involucradas en dichos procesos sociales”* (Quintana y Montgomery, 2006, p.59).

2.3. Técnicas e instrumentos

En cuanto a la elección de técnicas e instrumentos se llevaron a cabo *17 entrevista semiestructuradas, 3 grupos focales y análisis documental* de los tres informes finales de los PLADECOS presente en plataformas web de la entidad edilicia. En primer lugar, se considerará líderes institucionales que cada Dirección municipal contemplada (SECPLAN, DIDECO), junto con el equipo de profesionales que integran dichas direcciones. Para tal efecto, se consideró de forma preliminar establecer técnicas de diseño tanto individual (entrevistas) como colectivo (focus group) con el propósito de resguardar los alcances éticos de la investigación, en la que la expresión de discursos pueda efectuarse de forma más amplia y sin restricciones para el análisis del contenido respectivo.

En este contexto, resulta fundamental considerar las contingencias que afectaron el desarrollo del trabajo de campo. En particular, se identificaron modificaciones y descoordinaciones en la aplicación técnico-instrumental que, en ciertos casos, impidieron la realización de grupos focales, los cuales debieron ser sustituidos por entrevistas individuales dirigidas a integrantes de las respectivas direcciones municipales. Para abordar este ajuste metodológico, se definió un eje analítico central que integró los conceptos de dinámicas de participación y prácticas deliberativas. Este eje se operacionalizó mediante cuatro subtemas al interior del instrumento: (1) prácticas deliberativas en la implementación del PLADECOS; (2) instancias de evaluación intermedia y seguimiento; (3) avances y niveles de logro del PLADECOS; y (4) mecanismos de inclusión efectiva en el documento final.

En coherencia con estos subtemas, se diseñaron preguntas orientadoras dirigidas a explorar, entre otros aspectos, la articulación de criterios de priorización entre la ciudadanía y los empleados públicos, los mecanismos de retroalimentación de propuestas colectivas entre el liderazgo institucional —particularmente a nivel de direcciones— y los equipos municipales, así como el rol directivo y los procesos de control asociados a la gestión del instrumento. La aplicación de los instrumentos se llevó a cabo entre los meses de enero y abril del 2025, en un escenario condicionado por las elecciones municipales realizadas en octubre del 2024. Este proceso dio lugar a un período de inestabilidad institucional y de reorganización administrativa, especialmente durante enero y febrero, lo que exigió una adaptación ágil en la implementación del trabajo de campo.

No obstante, dicho contexto pudo ser parcialmente atenuado en aquellas municipalidades que mantuvieron continuidad en sus gobiernos locales, específicamente en Linares y Talca, donde la permanencia de las autoridades favoreció la estabilidad operativa y la ejecución de las actividades planificadas. En contraste, en Curicó, el cambio de administración implicó la necesidad de desplegar acciones con mayor celeridad, en respuesta a los procesos de ajuste y reorganización derivados de la instalación de un nuevo liderazgo comunal. Esto mismo, permitió de forma positiva profundizar el alcance del contenido expuesto por los sujetos participantes del estudio y abordar los tópicos y sub-tópicos considerados en el guión de preguntas realizadas.

Para el cumplimiento de este propósito, se utilizó el software de análisis cualitativo Atlas.ti 25, mediante la aplicación de un análisis de contenido discursivo de tipo textual. En el desarrollo de dicho análisis, se implementó una estrategia de codificación *in vivo*, orientada a la construcción de categorías directamente a partir de las expresiones de los participantes, resguardando así la fidelidad interpretativa y la veracidad del discurso de los entrevistados. Asimismo, este enfoque se complementó con una codificación temática, a partir de la cual se estructuraron los apartados de resultados en función de patrones discursivos emergentes. Estos patrones fueron identificados mediante la triangulación de información proveniente de entrevistas, grupos focales y el análisis de contenido de los informes del PLADECO, lo que permitió una interpretación más robusta y consistente de los hallazgos.

Las entrevistas en profundidad semiestructuradas se aplicarán al total de participantes de acuerdo con el perfil definido, por lo que no aplica la consideración del punto de saturación. Por lo tanto, el punto de saturación en este caso se aplica al total de integrantes pertenecientes a los departamentos municipales seleccionados y sus respectivos directivos. Respecto a los focus group, la literatura comparada recomienda la aplicación de 4 a 5 grupos focales para constituir casi el 100% de la saturación teórica (Shelton et.al., 2023; Asemu et.al., 2023; Lund et.al., 2023; Kraus et.al., 2023; Lagana et.al., 2023), lo que además hace posible el refinamiento de categorías al interior de libro de códigos generados desde el proceso de transcripción hasta el análisis comparativo del mismo (Ingabire et.al., 2023).

Para cumplir con los objetivos del estudio, se emplearon tres criterios de saturación aplicados al análisis de los resultados. En primer lugar, se implementó un proceso de saturación de datos, orientado a identificar la recurrencia de resultados y la reiteración de ideas centrales en la información recolectada. En segundo lugar, se utilizó la saturación temática, que permitió reconocer y organizar las líneas temáticas emergentes, asegurando la cobertura integral de los tópicos y preguntas abordadas en los instrumentos de recolección de datos. Finalmente, se consideró la saturación por variabilidad máxima, la cual posibilitó incorporar la diversidad de manifestaciones del fenómeno en la realidad empírica, en coherencia con las formas de expresión reportadas en la literatura especializada.

Tabla 1. Estructuración del trabajo de campo aplicado

Tipo de muestra	Instrumento aplicado	Dirección /sujeto	Caso de estudio/ Número de participantes	Criterios de selección	Software	Periodo de trabajo de campo
Muestreo de casos políticamente importantes	Entrevista Semiestructurada	SECPLAN/ líder institucional	Municipalidad de Linares N= 1 participante	-Temporalidad de mínima de 4 años en el departamento municipal - Responsable directo de la ejecución del instrumento de planificación	ATLAS. TI25	Periodo entre enero 2025- abril 2025
Muestreo de casos típico	Focus group	SECPLAN/ funcionarios municipales	Municipalidad de Linares N=11 participantes	-Temporalidad de mínimo 2 años vinculados al departamento municipal - haber participado de la etapa de ejecución del instrumento de planificación	ATLAS. TI25	Periodo entre enero 2025- abril 2025
Muestreo de casos políticamente importantes	Entrevista semi-estructurada	DIDECO/ líder institucional	Municipalidad de Linares N= 1 participante	-Temporalidad de mínima de 4 años en el departamento municipal - Responsable directo de la ejecución del instrumento de planificación	ATLAS. TI25	Periodo entre enero 2025- abril 2025
Muestreo de casos típico	-Entrevista semi-estructurada N° 1 -Entrevista semi-estructurada N° 2	DIDECO/ funcionario Municipal	Municipalidad de Linares N= 2 participante	-Temporalidad de mínimo 2 años vinculados al departamento municipal - haber participado de la etapa de ejecución del instrumento de planificación	ATLAS. TI25	Periodo entre enero 2025- abril 2025
Muestreo de casos típico	Entrevista semi-estructurada	Consultora Externa	Municipalidad de Linares N= 1 participante	Entidad externa responsable del diseño y ejecución de PLADECOS durante los años 2017-2024	ATLAS. TI25	Periodo entre enero 2025- abril 2025
Muestreo de casos políticamente importantes	Entrevista semi-estructurada	SECPLAN / líder institucional	Municipalidad de Curicó N= 1 participante	-Temporalidad de mínima de 4 años en el departamento municipal - Responsable directo de la ejecución del instrumento de planificación	ATLAS. TI25	Periodo entre enero 2025- abril 2025
Muestreo de casos típico	Focus group	SECPLAN / funcionarios municipales	Municipalidad de Curicó N= 5 participantes	-Temporalidad de mínimo 2 años vinculados al departamento municipal - haber participado de la etapa de ejecución del instrumento de planificación	ATLAS. TI25	Periodo entre enero 2025- abril 2025
Muestreo de casos políticamente importantes	Entrevista semiestructurada	DIDECO/ líder institucional	Municipalidad de Curicó N= 1 Participante	-Temporalidad de mínima de 4 años en el departamento municipal - Responsable directo de la ejecución del instrumento de planificación	ATLAS. TI25	Periodo entre enero 2025- abril 2025
Muestreo de casos típico	Focus group	DIDECO/ funcionarios municipales	Municipalidad de Curicó N= 7 participantes	-Temporalidad de mínimo 2 años vinculados al departamento municipal - haber participado de la etapa de ejecución del instrumento de planificación	ATLAS. TI25	Periodo entre enero 2025- abril 2025
Muestreo de casos típico	Entrevista semiestructurada	Consultora Externa	Municipalidad de Curicó N= 1 participante	Entidad externa responsable del diseño y ejecución de PLADECOS durante los años 2017-2024	ATLAS. TI25	Periodo entre enero 2025- abril 2025
Muestreo de casos políticamente importantes	-Entrevista semiestructurada N° 1 -Entrevista semiestructurada N° 2 -Entrevista semiestructurada N° 3 -Entrevista semiestructurada N° 4 -Entrevista semiestructurada N° 5	SECPLAN/ líder institucional	Municipalidad de Talca N= 5 participantes	-Temporalidad de mínima de 4 años en el departamento municipal - Responsable directo de la ejecución del instrumento de planificación	ATLAS. TI25	Periodo entre enero 2025- abril 2025
Muestreo de casos típico	-Entrevista semiestructurada N° 1 -Entrevista semiestructurada N° 2 -Entrevista semiestructurada N° 3	SECPLAN/ funcionarios municipales	Municipalidad de Talca N= 3 participantes	-Temporalidad de mínimo 2 años vinculados al departamento municipal - haber participado de la etapa de ejecución del instrumento de planificación	ATLAS. TI25	Periodo entre enero 2025- abril 2025
Muestreo de casos políticamente importantes	Entrevista semiestructurada	DIDECO/ líder institucional	Municipalidad de Talca N= 1 participante	-Temporalidad de mínima de 4 años en el departamento municipal (DIDECO) - Responsable directo de la ejecución del instrumento de planificación	ATLAS. TI25	Periodo entre enero 2025- abril 2025
	Sin aplicación de instrumentos	DIDECO /funcionarios municipales	Municipalidad de Talca			

Fuente: Elaboración propia

3. RESULTADOS

3.1. Desarticulación comunicativa PLADECO-Comunidad

En el proceso de diseño del PLADECO se evidencia la relevancia que adquiere el conocimiento institucional como un valor y fundamento para la configuración participativa del instrumento, al reconocerse que *“el funcionario municipal tiene un mejor entendimiento respecto a las necesidades de la comunidad”* (Entrevista N.º 7). Este planteamiento pone de manifiesto, en una primera instancia, no solo el contraste entre funcionarios públicos y líderes institucionales, sino que también permite identificar la presencia de alcances deliberativos de carácter general.

Dicho aspecto se traduce en un valor intrínseco a nivel institucional, orientado a responder a dinámicas crecientes y cambiantes, tanto en la estructura institucional de base como en las diversas agrupaciones sociales que canalizan las expresiones y necesidades de la ciudadanía. En efecto, esta dinámica *“aumenta de forma considerable y cambiante, tanto institucional de base, como diversas agrupaciones sociales que canalizan las diferentes expresiones y necesidades de la sociedad”* (Caso N.º 1, p. 249).

Sin embargo, a la hora de contrastar las percepciones de los funcionarios y los líderes integrantes de los departamentos municipales las prácticas institucionales han estado marcadas por procesos rutinarios de participación, caracterizados por metodologías reiterativas y con escasos resultados visibles para la ciudadanía, lo cual se expresa en que *“preguntan las mismas cosas, pero no ven resultados”* (Entrevista N.º 11). Este fenómeno se intensifica debido a la falta de credibilidad en los procesos, asociada a la incidencia política que permea las decisiones municipales, ya que, como se señala, *“al final las autoridades siempre hacen lo que quieren [...] y a la gente, en realidad, no le consultan en forma seria”* (Entrevista N.º 11).

Este contexto intensifica la desarticulación entre áreas departamentales, las cuales operan bajo lógicas de información cerrada en espacios directivos, puesto que *“hay instrucciones, hay informaciones varias, situaciones emergentes, pero todas estas situaciones [...] se conversan en las reuniones de directores”* (Entrevista N.º 9). Ello deriva en una falta de direccionalidad y alineamiento estratégico entre departamentos, situación evidenciada cuando se afirma: *“yo nunca he estado, o nunca me han invitado a presentarme el resumen ejecutivo [...] que SECPLAN haga una presentación, eso yo nunca lo he visto”* (Entrevista N.º 15). En consecuencia, se configura un escenario de hermetismo comunicacional dentro de las direcciones responsables de orientar normativa, técnica y estratégicamente el diseño y la implementación del instrumento comunal.

3.2. Desarticulación estratégica departamental del PLADECO

El liderazgo comunal también toma posesión dentro de proceso interno llevado a cabo en la construcción del PLADECO, principalmente porque el Alcalde asume un rol articulador entre la direcciones municipales en cuanto a sus avances y contenidos de cumplimiento. La generación de instancias propiciadas por el Alcalde y su mirada global como autoridad máxima permite solventar los procesos de desarticulación estratégicas y descoordinación dada entre las direcciones municipales, al reconocer que *“en realidad el único que junta todo es la autoridad... y la autoridad va y le da instrucciones a cada quien y ahí se integran...pero en términos prácticos son muy pocos”* (Entrevista N.º 8). Ahora bien, esta mirada no amplía el marco de acción dada la presencia del PMG (plan de mejoramiento de gestión) y su relación con el PLADECO, estableciendo un cumplimiento unilateral estratégico a nivel municipal, lo que individualiza el accionar al establecer procedimientos de diseños en base a objetivos y acciones al interior del PLADECO pero solo ligado al PMG en cuanto a compromiso declarado, ya que *“desde octubre hasta hoy día, lo único que hemos tenido ligado al PLADECO es lo comprometido en el plan de mejoramiento de gestión... entonces nosotros en el mes de diciembre, que cerramos el PMG de dos mil veinticuatro, y definimos el equipo para el dos mil veinticinco, nosotros revisamos cuáles son las metas que hay que cumplir, y en base a las metas diseñamos las acciones que tenemos que proponernos”* (Entrevista N.º 9).

Esto último establece una inercia dentro de la estrategia institucional que ha estado sometida a comunicaciones instrumentalizadas y coordinaciones improvisadas dentro de la gestión pues han existido *“ausencia de Comunicaciones internas formales”* (Caso N.º 1, p.208), lo que ha permedado

en reproducir una rutinización de dinámicas participativas marcadas por un quehacer departamental instrucionado pero carente de sentido en su ejercicio práctico. Es decir, la dirección se transforma en un espacio informativo que instrumentalmente otorga información a quienes direccionan el PLADECO, pero establecer un feedback de comunicación, dado que indican que *“las hacemos porque alguien nos dijo que teníamos que hacerlas o porque es un accionar de nuestra oficina y en algún momento ellos pidieron los planes de trabajo y fueron sacando la línea que les podía servir”* (Entrevista N° 15).

De esta forma la actualización y direccionalidad vertical al interior de la entidad municipal esta condicionada por funciones instrumentalizadas del PLADECO, un monitoreo vertical a nivel de planificación estratégica y una priorización vertical alcaldicia. En el primer contexto, se pone en cuestionamiento al diseño y forma de estructuración en las reuniones generadas en áreas de gestión que solo tiene completado la generación de acuerdos entre jefaturas directas desde su diseño y ejecución, pues *“dentro de las reuniones que programaron, eh, hay algunas reuniones que estaban hechas por las jefaturas”* (Entrevista N°11). En el segundo contexto se vislumbra una dinámica institucional interna que esta ampliamente instrumentalizada en la entrega de información sobre el PLADECO actualizado en cuanto a forma de entrega en avances o síntesis de información contenida en donde no existe claridad sobre *“quién es el responsable de poder reunirse con los equipos de la dirección....personalmente, yo tampoco nunca 14 años estando en la misma oficina, jamás”* (Focus Group N° 2).

En el tercer contexto se expone la verticalidad alcaldicia que pone en el centro del edil, el proceso de apropiación de orientaciones centrales para el PLADECO, que a pesar de existir un conocimiento preliminar sobre las dinámicas de trabajos ulteriores por los equipos de gestión, esto se mantiene bajo una mandato establecido de directrices que deben ser ejecutadas por direcciones y equipos respectivos, pues *“si fuera un alcalde distinto a lo mejor sería, de hecho un poco más larga la reunión para presentarnos, pero él nos conoce sabe lo que hacemos, entonces, después para, eh, para conocer, para decirle en qué pie estamos en este momento, con qué cosa, estábamos trabajando, eh, y todas las cosas que estamos trabajando son priorizadas por él, así que, eh, así se baja la información, y después de todo el resto, es a través de la dirección”* (Focus Group N° 2).

3.3. Articulación técnica - ciudadana

La articulación entre conocimiento técnico y necesidades ciudadanas ha posibilitado comprender dinámicas internas municipales dado en las instancias no solo de diagnóstico, sino también en el proceso de implementación de iniciativas delimitadas en procesos de participación local. Ante ello, las temáticas ligada a los ámbitos de ciudad, permiten posibilitar un interés y posición ciudadana más activa en el plano de decisiones, lo que permite equilibrar los roles protagónicos presentes en el liderazgo del proyecto por parte del funcionario municipal, rompiendo con iniciativas superpuestas ante las expectativas ciudadanas al *“quitarle un poco de protagonismo al proyectista y entregarse un poquito más a la gente para que diga lo que estima respecto de la iniciativa”* (Entrevista N° 8).

Junto a esto, el rol protagónico que los concejales de la comuna también han asumido dada las condiciones de conocimiento público experiencial, cercanía y proximidad con las necesidades ciudadanas, ha posibilitado tener una *“lectura de la situación, y como digo, opinan particularmente de aquellas realidades en las cuales ellos tienen más cercanía, proximidad, porque usted es profesional, experiencia y todo”* (Entrevista N° 8). Esto reconocido desde la propia mirada del líder institucional y del proceso de levantamiento de información local que la propia entidad municipal ha generado estableciendo un acto de participación cercana y activa ante la *“importancia del desarrollo participativo de toda la comunidad y así también el mecanismo con el cual, se sienten más cómodos y cómodas los/as votantes en cuanto a la medición de sus opiniones”* (Caso N° 1, p. 194).

Contar con dicha información tácita establece un nuevo quehacer metodológico e institucional que ha estado reflejada en experiencias locales, marcado por una perspectiva ciudadana al conectar espacios en donde se puedan exponer las necesidades y capturarlas desde un proceso diagnóstico que sea traducido en propuestas de pertinencia, con resultados de coherencia pues *“normalmente enriquece los diagnósticos, mejora las propuestas, afina ese resultado y lo hace más pertinente”*

respecto a la solución que se busca abordar en soluciones (Entrevista N° 8). A la vez, se han efectuado prácticas institucionales que posibilitan permanentemente la conexión entre sectores, comunidad y actualización de problemáticas que han permitido efectuar micro-descentralizaciones de atención a necesidades para colectividades incidentes ” *en base a la experiencia de la oficina comunitaria, descentralizamos también nuestra oficina.... Cuando yo llego a la oficina, desde la dirección, me pidieron que la oficina de la mujer, no solamente va a estar en los centros de acción de la mujer, sino que abriéramos la oficina a la comunidad.... Con pandemia. Desde el año 2023, hasta la fecha, cada año vamos logrando abrir más la oficina a la comunidad... y hasta el momento, continuamos con la oficina en los sectores...* ” (Focus Group N° 2).

La experiencia desarrollada en la ciudad de Talca evidencia un proceso de articulación técnico-ciudadana que revela acciones propias de una **deliberación inicial**. En primer lugar, los intereses ciudadanos fueron recogidos mediante un trabajo canalizado por un equipo técnico que, de manera transversal, también se encargó de traducir esta información en propuestas técnicas orientadas a responder a las necesidades priorizadas por la comunidad. De acuerdo con ello, *“las facilidades, digamos, de los intereses de la ciudadanía [...] por lo tanto, en ese marco normativo, teníamos la posibilidad de que aquellas personas que iban a hacer el análisis técnico fueran las mismas personas que hicieran el levantamiento desde la comunidad”* (Entrevista N° 4). Este enfoque adquiere sentido, ya que el espacio participativo permite la formulación subjetiva de significados sobre los sistemas democráticos entre ciudadanos, empleados públicos, diseñadores de políticas y representantes partidistas, quienes contribuyen a la construcción de nuevos procedimientos y marcos normativos que los gobiernos locales adoptan en el tránsito desde democracias representativas hacia modelos deliberativos (Bocatto & Pérez-de-Toledo, 2020).

A su vez, coexisten instancias de participación en las etapas iniciales de postulación y aprobación de iniciativas por parte de las comunidades, las cuales son validadas internamente en términos de contenido y pertinencia. Así se expresa al señalar que *“cuando ya le estamos mostrando un proyecto avanzado, digamos, eh, y después se hace una firma de acta de aprobación por parte de los vecinos, por ejemplo, si es una plaza, etc. [...] este proyecto en el fondo para validar con ellos el proyecto. Obviamente, para nosotros, tenemos que hacer procesos de participación ciudadana, generalmente para poder postular a los proyectos, a las distintas fuentes de financiamiento”* (Entrevista N° 5). La literatura respalda esta dinámica al destacar que la satisfacción ciudadana constituye un elemento clave para los procesos de planificación, especialmente en materia de toma de decisiones y desarrollo local (Días et al., 2024).

Asimismo, este proceso decisional ha incorporado un diseño apoyado en respuestas intermedias, ajustado a las capacidades reales de las comunidades y de la propia municipalidad en relación con recursos, sentido comunitario respecto de los problemas y elaboración técnica de soluciones. Esto ha permitido desarrollar propuestas innovadoras cuando la disponibilidad de recursos es limitada: *“no teníamos los recursos de Las Condes y creamos esta solución intermedia. Entonces, si te fijas, ¿salió un microbasural? Sí. Era un problema y por eso hizo sentido. Y la propuesta de trabajo era nuestra, y por eso fue una propuesta que en ese caso tuvo que ser novedosa, que no existía porque no existían ejemplos, pero muchas otras veces viene con la respuesta técnica que nosotros tenemos que plantear”* (Entrevista N° 6). Este planteamiento coincide con lo que señala la literatura, al afirmar que los procesos innovadores requieren formas de participación colaborativa donde la toma de decisiones basada en diseños territoriales depende de un diálogo constante, la promoción de necesidades locales y la identificación de oportunidades durante todo el proceso participativo, elementos indispensables para garantizar una inclusión ciudadana efectiva (Hofer-Fischanger et al., 2023).

En el marco de esta articulación técnico-ciudadana, se incorpora estratégicamente a profesionales intermediarios que aplican metodologías participativas trabajadas y co-diseñadas entre los equipos técnicos y los grupos comunitarios, con el fin de *“disminuir un poco la brecha informativa entre el equipo técnico y la comunidad”* (Entrevista N° 7). Esta labor requiere la adecuación del lenguaje técnico hacia un formato comprensible para la ciudadanía, de modo que *“uno no habla de PMB, ni PMU, ni circular 33, ni FNDR, no”* (Entrevista N° 7). Estos intermediarios, además, contribuyen a la generación de un escenario propicio para articular acciones estratégicas multiactor, permitiendo diseñar *“en conjunto con la comunidad y no solo con la comunidad; también puede darse con sector privado, la academia, mmm, sector empresarial, sector academia, comunidad y también el sector público. Se hace un levantamiento con los otros*

ministerios de manera sectorial para poder rescatar un poco las políticas públicas que ellos están impulsando como gobierno” (Entrevista N°7).

En el caso de la comuna de Curicó, se observa la presencia de acciones vinculadas a un proceso **pre-deliberativo**, sustentado en una subdirección orientada a representar y promover el proceso participativo. Esta instancia busca construir acciones con la comunidad y generar espacios de involucramiento que fortalezcan el trabajo colaborativo y permitan la transferencia de conocimientos desde las colectividades hacia las diversas organizaciones del territorio. El objetivo es avanzar *“más allá de una toma de decisiones solo de la administración de turno o de los profesionales que trabajamos adentro; la idea es que la gente participe, que la gente se capacite, que la gente se empodere, eh, para que ellos también vayan transmitiendo y siendo ciertos líderes positivos dentro de la comuna, eso es lo que se buscaba”* (Entrevista N° 15). De este modo, se pretende aportar al desarrollo local a través del involucramiento e incidencia participativa en los espacios de interacción, articulando planificación, motivación y conocimiento transferido (Thiele et al., 2024).

En este mismo contexto comunal, se identifican procesos ascendentes que posibilitan la construcción de diseños emergentes desde las comunidades, mediante planes de intervención que se adhieren a una planificación situada y orientada a abordar problemas sentidos por la ciudadanía. Esto se materializa en *“un trabajo más territorial en los sectores, ya sea mesas barriales, eh, mesas territoriales, donde se plantean los problemas, porque el trabajo más con las organizaciones comunitarias tiene que ver con necesidad de parte del territorio y ver cómo el municipio lo resuelve”* (Entrevista N°15). Estas dinámicas ponen en el centro lógicas no convencionales de participación, que facilitan la producción de ideas dentro de movimientos activistas, orientando la creación de nuevos espacios participativos y diseños deliberativos (Felicetti, 2023).

En contraste, en la comuna de Linares se observa un proceso nulo de deliberación, catalogado como **sin-deliberación**, donde la participación ciudadana adopta un carácter asistencial. La definición de contenidos y prioridades de inversión se sustenta en decisiones inmediatas e improvisadas, guiadas por visiones cerradas tanto del alcalde como de la dirección de SECPLAN. Según se reconoce, *“la participación ciudadana era cuando venían a solicitarle algo al alcalde, eh, la gente de la... no sé po, de una junta de vecinos, qué sé yo, y el alcalde derivaba el proyecto a la unidad de SECPLAN para ver si existía financiamiento externo para poder postular”* (Focus group N° 1). Paralelamente, las convocatorias ciudadanas han sido instrumentalizadas debido a la baja representatividad de actores, utilizándose principalmente para cumplir con los requisitos normativos de participación. Esto ha derivado incluso en la conglomeración artificial de grupos de interés para alcanzar el mínimo requerido, dado que *“de los requisitos de postulación, eh, que exista un certificado de participación ciudadana, lo que a nosotros como formuladores nos obligó a citar a toda la comunidad beneficiaria, de distintos proyectos, para hacer este proceso de participación ciudadana”* (Focus group N°1).

Tabla 2. Síntesis tipologías de deliberación

Tipo de Deliberación	Definición Operativa	Evidencia Clave (citas representativas)	Implicancias prácticas
<i>SIN DELIBERACIÓN</i>	En esta tipología, la participación ciudadana adopta una lógica deliberativa de carácter predominantemente asistencial, en tanto los marcos de decisión institucional definidos por las administraciones locales se establecen de manera interna. En consecuencia, la acción comunitaria se configura principalmente como una instancia de carácter informativo, orientada al cumplimiento de metas cuantitativas de convocatoria, más que a la incorporación sustantiva de necesidades ciudadanas previamente priorizadas.	- “la participación ciudadana era cuando venían a solicitarle algo al alcalde, eh, la gente de la... no sé yo, y el alcalde derivaba el proyecto a la unidad de SECPLAN para ver si existía financiamiento externo para poder postular” (Focus group N° 1) - “de los requisitos de postulación, eh, que exista un certificado de participación ciudadana, lo que a nosotros como formuladores nos obligó a citar a toda la comunidad beneficiaria, de distintos proyectos, para hacer este proceso de participación ciudadana” (Focus group N° 1).	Implicancia N.º 1: Reconoce un diseño basado en una lógica asistencial, en el cual la acción participativa se manifiesta de forma esporádica y reactiva, como respuesta a la interacción entre la municipalidad y la demanda ciudadana. Implicancia N.º 2: Concibe la participación como una instancia fundamentalmente informativa y reactiva, en la que la actuación de la ciudadanía se activa a partir de demandas espontáneas provenientes de las organizaciones locales. Implicancia N.º 3: La institucionalidad local define, en términos de diseño, las áreas de priorización y la planificación de respuesta a las necesidades, estableciendo un marco en el cual el rol de las organizaciones locales se limita principalmente a la recepción pasiva de información. Implicancia N.º 4: Presenta un modelo decisional centrado en la transferencia de información previamente estructurada por la institucionalidad local, donde la participación ciudadana se produce de manera esporádica y condicionada al cumplimiento de exigencias normativas de la entidad pública.
<i>PRE-DELIBERACIÓN</i>	Esta tipología, si bien reconoce la existencia de una institucionalidad responsable del proceso participativo, establece que dicha instancia debe articular las decisiones emanadas del aparato público con los niveles de involucramiento y el conocimiento territorial generado por las comunidades. No obstante, estos insumos deben ser ajustados en función de una planificación previamente definida por la organización local.	- “un trabajo más territorial en los sectores, ya sea mesas barriales, eh, mesas territoriales, donde se plantean los problemas, porque el trabajo más con las organizaciones comunitarias tiene que ver con necesidad de parte del territorio y ver cómo el municipio lo resuelve” (Entrevista N° 15). - “(...) la idea es que la gente participe, que la gente se capacite, que la gente se empodere, eh, para que ellos también vayan transmitiendo y siendo ciertos líderes positivos dentro de la comuna, eso es lo que se buscaba” (Entrevista N° 15).	Implicancia N.º 1: Permite la incorporación del conocimiento local en el proceso de diseño; sin embargo, esta integración se encuentra condicionada por una planificación previamente establecida por la institucionalidad local. Implicancia N.º 2: Concibe la participación como una instancia orientada a la transferencia de información y de saberes territoriales, especialmente en momentos estratégicos del proceso de gestión. Implicancia N.º 3: La capacidad de respuesta institucional se ajusta a necesidades previamente priorizadas por el gobierno local, las cuales son posteriormente comunicadas y socializadas con la comunidad a través de instancias participativas. Implicancia N.º 4: Reconoce un modelo decisional que combina mecanismos horizontales de levantamiento de conocimiento local con procesos finales de toma de decisión de carácter vertical, determinados por la administración local.
<i>DELIBERACIÓN INICIAL</i>	Se trata de un tipo de deliberación participativa en el cual las demandas ciudadanas son canalizadas mediante un trabajo colaborativo entre actores técnicos e integrantes de la comunidad. En este proceso, las instancias de participación se integran de manera transversal, abarcando tanto las etapas iniciales de diagnóstico como las fases finales de validación y aprobación por parte de las comunidades.	- “(...) por lo tanto, en ese marco normativo, teníamos la posibilidad de que aquellas personas que iban a hacer el análisis técnico fueran las mismas personas que hicieran el levantamiento desde la comunidad” (Entrevista N° 4) - “en conjunto con la comunidad y no solo con la comunidad; también puede darse con sector privado, la academia, mmm, sector empresarial, sector academia, comunidad y también el sector público. Se hace un levantamiento con los otros ministerios de manera sectorial para poder rescatar un poco las políticas públicas que ellos están impulsando como gobierno” (Entrevista N° 7).	Implicancia N.º 1: Permite el diseño colaborativo de demandas entre la ciudadanía y el equipo técnico, favoreciendo la construcción conjunta de problemáticas y soluciones. Implicancia N.º 2: Reconoce la participación como un componente metodológico transversal, integrado a lo largo de las distintas fases del proceso. Implicancia N.º 3: La capacidad de respuesta institucional se adapta a las necesidades de las comunidades mediante una oferta que articula la perspectiva territorial con la visión municipal. Implicancia N.º 4: Propicia la articulación de un trabajo colectivo y un modelo de gobernanza local que vincula las capacidades institucionales con las necesidades comunitarias, a partir de metodologías participativas co-diseñadas entre ciudadanía, equipo municipal y equipo técnico.

Fuente: Elaboración propia

Teóricamente, debiese existir un círculo virtuoso de aprendizajes entre diversos actores mediante planificaciones participativas que integren acciones sistemáticas de inclusión informativa y

formulación de medidas ajustadas a las necesidades del contexto (Domokos et al., 2023). Sin embargo, en la comuna de Linares emergen procesos no vinculantes en la formulación de proyectos de inversión, los cuales no responden a visiones colectivas, sino a intereses individualizados. Esto genera inconsistencias en el avance de los proyectos y expectativas desarticuladas respecto del producto final, producto de la falta de información inicial necesaria para sostener procesos de decisión informados. En este sentido, se advierte que *“son procesos que yo encuentro complicados porque en el fondo como que no están... eh, no tienen límites, o sea, no hay como una... son vinculantes, y eso hace que muchas veces esos proyectos fracasen. Son proyectos que tal vez la gente preferiría que le arreglen la vereda de al frente, pero si estuvieran 10 años más, o sea, estarían felices del proyecto; entonces es complicado”* (Focus group N° 1).

Asimismo, los contenidos de los proyectos se distancian de las necesidades vigentes y se encuentran desajustados respecto de los lineamientos estratégicos definidos por la ciudadanía, ya que *“si juntamos todos los proyectos que tal vez arrojó el PLADECO, no están en textual o en... realmente en concordancia con los proyectos que realmente quiere la gente hoy, porque tal vez en ese momento era ese proyecto. Claro, muchos a lo mejor sí, pero hay algunos que no, finalmente no están en concordancia, pero sí con algún lineamiento estratégico que existió ahí”* (Focus group N° 1). Esta disociación se profundiza debido a la falta de información proporcionada tanto por la ciudadanía como por los funcionarios respecto al proceso de construcción e implementación del PLADECO, pues *“no sé cómo sea en otras comunas, si hay más participación de la SECPLAN, pero acá... entonces es difícil poder saber cómo lo controla la comunidad, si ni siquiera nosotros lo sabemos”* (Focus group N° 1).

En este sentido, los hallazgos obtenidos se vinculan directamente con el objetivo del estudio, en tanto permiten identificar, a partir de los contrastes discursivos y de la evidencia argumentativa declarada en los propios instrumentos de planificación estratégica, la existencia de procesos de desarticulación tanto interna como externa en la gestión desarrollada por el equipo municipal, así como en la toma de decisiones a nivel interdepartamental. Lo anterior posibilita visibilizar dinámicas de participación que atraviesan los distintos tipos de deliberación previamente descritos en los resultados (ver Tabla 2), y que, a su vez, permiten reconocer fisuras asociadas a problemas de descoordinación, verticalidad en la circulación de la información e instrumentalización del proceso.

Asimismo, estos hallazgos se encuentran en consonancia con la evidencia comparada a escala local en Chile, la cual releva la necesidad de promover un cambio en las formas de concebir el instrumento, particularmente en lo relativo al fortalecimiento del sentido de pertenencia y reconocimiento del PLADECO. En este marco, se hace necesario profundizar en las reales posibilidades de involucramiento y en el potencial de control que se encuentra implícito en dicho instrumento de gestión (Jorquera y Pineda, 2014).

5. CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN

Se concluye que los contextos municipales analizados se encuentran transversalmente incididos por una desarticulación comunicativa entre quienes dirigen el proceso del PLADECO y el contenido construido al interior del instrumento. Tal proceso elaborado por equipos municipales ha estado entrelazado con una comunicación interna que ha estado altamente instrumentalizada entre direcciones y equipos de gestión, junto con un claro distanciamiento respecto a la potencia interna que el funcionario municipal presenta como conocer de las realidades locales.

Esto genera un nudo de comunicabilidad interna entre PLADECO y comunidad en el que la generación de instancias improvisadas se complementa con rutinas ciudadanas que no permiten poder diversificar los procesos de gestión interna en la municipalidad. Esto ha repercutido fuerte desconexión entre las visiones institucionales y ciudadanas debido a la existencia de monitoreos verticales y direcciones que generan la superposición de interés al interior del diseño e implementación del instrumento de planificación.

Bajo el marco de conclusiones se genera una articulación técnica-ciudadana que hace posible la emergencia de tipologías de deliberación en las tres comunas intermedias analizadas. Para el caso de la comuna de Linares se visualiza una tipología denominada *sin-deliberación* a nivel Municipal. Esto principalmente dado por desconocimiento ciudadano patentado con relación al PLADECO, la confusión marcada por instrumentos de planeación estratégica y normativa (confundiendo al Plan

regulador con el propio Plan de Desarrollo Comunal), donde el individualismo ciudadano es marcado y la información trabajada al interior del municipio se focaliza en ciertos grupos de interés.

Dentro de las limitaciones de la investigación, se reconoce que los resultados establecen un lineamiento inicial que requiere ser contrastado con otras realidades locales, a fin de evaluar sus posibilidades de transferibilidad. En este sentido, el estudio se vio condicionado por la utilización de una selección intencional de los sujetos participantes, lo que restringe las opciones de representatividad y generalización de los hallazgos. Asimismo, la triangulación de información proveniente de entrevistas, grupos focales e informes finales de PLADECO presenta limitaciones asociadas al autoinforme, en tanto los datos dependen de las declaraciones de los participantes. Esto puede afectar la integralidad y el rigor científico de los resultados, al quedar sujetos a la variabilidad discursiva y a posibles sesgos en los relatos.

Otra limitación relevante se relaciona con las variaciones en la disponibilidad de los participantes considerados para los grupos de enfoque. Esta situación implicó ajustes metodológicos, ya que instancias originalmente concebidas como técnicas colectivas de recolección de información debieron ser implementadas, en algunos casos, mediante entrevistas individuales, generando desajustes respecto de la planificación temporal inicial y afectando la dinámica prevista para la producción de datos.

Finalmente tales tipológicas de deliberación posibilitan establecer un marco para determinar dinámicas de participación y prácticas deliberativas que permitan situar las comunas intermedias de la región y en el futuro las del país, sobre la base de ciertas condiciones flexibles de construcción y bajo la producción de diversas investigaciones futuras las que permitan moldear encuadres más sólidos de referencia para las tres tipológicas consideradas; *sin deliberación*, *pre-deliberación* y *deliberación inicial*. Esto abre nuevas posibilidades para las agendas futuras de investigación, en tanto permite proyectar el análisis de los procesos de participación local y las prácticas de deliberación hacia su contraste en ciudades intermedias de cada región. Asimismo, posibilita establecer vínculos con indicadores cuantitativos asociados al desarrollo regional, así como con instrumentos de planificación regional, tales como la Estrategia Regional de Desarrollo (ERD), favoreciendo una aproximación analítica más integrada y multiescalar.

De igual forma, se plantea la oportunidad de diseñar e incorporar indicadores específicos de medición en materia de participación, los cuales podrían integrarse al interior del propio PLADECO como mecanismos de control interno —por ejemplo, a nivel del Concejo Municipal—, y, a su vez, constituirse en herramientas de transparencia externa orientadas a las organizaciones territoriales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

Asemu, Y., Yigzaw, T., Desta, F. *et al.* (2023). Impact of anesthetist licensing examination on quality of education in Ethiopia: a qualitative study of faculty and student perceptions. *BMC Med Educ* 23, 468. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04452-5>

Asociación de Municipalidades de Chile. (2019). *Visibilizando las Prioridades de los Ciudadanos en las Comunas de Chile Diagnóstico de los Planes de Desarrollo Comunal*. Dirección de Estudios AMUCH, <https://amuch.cl/wp-content/uploads/2022/05/Estudio-PLADECO.pdf>

Bocatto, E., and Perez-de-Toled, E., (2020). Knowledge Acquisition and Meaning making in the Participatory Budgeting of Local Governments. *The Electronic Journal of Knowledge Management*, 18(2), pp. 149-160, available online at www.ejkm.com

Cihan Yavuzcan, M. M., & Gür, E. A. (2024). Reshaping water-related urban places with collaborative participation: a critical examination of the Kabataş waterfront. *International Journal of Architectural Research: Archnet-IJAR*, 18(2), 372-392. <https://doi.org/10.1108/ARCH-11-2022-0247>

Carnovale, N. & Beretta, D. (2019). Participación ciudadana a nivel subnacional: La construcción de planes urbanos locales en el Área Metropolitana de Rosario. *Temas y Debates*, (38), 151-167. Recuperado en 13 de junio de 2024, de:

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S185384X2019000200006&lng=es&tln=es.

Delgado, J. y Gutiérrez, J. (2007). *Métodos y técnicas cualitativas de investigación en ciencias sociales*. Editorial síntesis S.A., Madrid.

Dias, F., Góis, S., & Gomes, G. (2024). O Turismo no Centro de Portugal: Satisfação dos Residentes, Impactos Percebidos e Envolvimento nas Decisões. *RPER*, (69), 95–111. <https://doi.org/10.59072/rper.vi69.599>

- Donoso, N. (2018). Tensiones y paradojas en los procesos de participación social en salud. *Cuadernos Médico Sociales*, 58(3), 47–52. Recuperado a partir de <https://cuadernosms.cl/index.php/cms/article/view/301>
- Domokos, B., Faßbender, C., Müller, C. *et al.* (2023). Planung und Implementierung einer baulichen Maßnahme zur Bewegungsförderung im ländlichen Raum – die „Bewegte Dorfrunde“ Wülfershausen. *Präv Gesundheitsf.* <https://doi.org/10.1007/s11553-023-01014-x>
- Felicetti, A. (2023). 28 Social movements and citizens' assemblies. In M. Reuchamps, J. Vrydagh & Y. Welp (Ed.), *De Gruyter Handbook of Citizens' Assemblies* (pp. 379-390). Berlin, Boston: De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110758269-030>
- Hofer-Fischanger, K., Tuttner, S., Amort, F., Helms, K., Unger, J., Hödl, J., Strüver, A., van Poppel, M. (2023) Promoting active transport in rural communities through infrastructural modifications: the PABEM needs assessment tool, *Health Promotion International*, Volume 38, Issue 4, daab186, <https://doi.org/10.1093/heapro/daab186>
- Instituto de Desarrollo Local y Regional y Subsecretaría de Desarrollo Regional. (2022). *Manual para la actualización de planes comunales de desarrollo pladeco*. Edición SUBDERE, <https://proactiva.subdere.gov.cl/handle/123456789/608>
- Ingabire, C., Watnick, D., Gasana, J. *et al.* (2023). Experiences of stigma and HIV care engagement in the context of Treat All in Rwanda: a qualitative study. *BMC Public Health* 23, 1817. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16752-y>
- Jorquera, A. y Pineda, H. (2014). El plan de desarrollo comunal como una oportunidad para la participación ciudadana: creación de Observatorio de Desarrollo Local para la comuna de San Bernardo, Chile. *Revista de estudios políticos y estratégicos*, 2 (1): 66-89. <https://revistaepc.udem.cl/articulos/el-plan-de-desarrollo-comunal-como-una-oportunidad-para-la-participacion-ciudadana-creacion-de-observatorio-de-desarrollo-local-para-la-comuna-de-san-bernardo-chile/>
- Kraus, L., Bickl, A., Sedlacek, L. *et al.* (2023). 'We are not the ones to blame'. Gamblers and providers' appraisal of self-exclusion in Germany. *BMC Public Health* 23, 322. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-15117-9>
- Lagana, D. M., Taylor, D. D., & Scallan Walter, E. J. (2023). Advancing antimicrobial stewardship in companion animal veterinary medicine: a qualitative study on perceptions and solutions to a One Health problem. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 261(8), 1200-1207. Retrieved Oct 25, 2023, from <https://doi.org/10.2460/javma.23.02.0100>
- Ley 18.695 de 2006. Decreto con Fuerza de Ley 1 fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la ley nº 18.695, orgánica constitucional de municipalidades Santiago de Chile.
- Lund, S.B., Skolbekken, J.A., Mosqueda, L. *et al.* (2023). Legitimizing neglect - a qualitative study among nursing home staff in Norway. *BMC Health Serv Res* 23, 212. <https://doi.org/10.1186/s12913-023-09185-1>
- Lund, Stine Borgen, John-Arne Skolbekken, Laura Mosqueda, and Wenche Malmedal. (2023). "Making Neglect Invisible: A Qualitative Study among Nursing Home Staff in Norway" *Healthcare* 11, no. 10: 1415. <https://doi.org/10.3390/healthcare11101415>
- Maturana F. y Rojas A. (editores), (2015). *Ciudades intermedias en Chile: territorios olvidados*. RIL editores.
- Montecinos, E., & Contreras, P. (2021). Municipios y Democracia en Chile: ¿Se está cumpliendo la ley 20.500 de participación ciudadana? *Revista Iberoamericana De Estudios Municipales*, (23), 63–80. <https://doi.org/10.32457/riem.v23i1.519>
- Montoya, A. & Villegas, J. (2021). Consultas populares: barreras institucionales y tensiones por la participación local. *Opinión Jurídica*, 20(41), 101-126. Epub November 11, 2021. <https://doi.org/10.22395/ojum.v20n41a3>
- Ministerio de Desarrollo Social y Familia (2022). Encuesta Casen 2022. Versión revisada en octubre 2023. <https://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/encuesta-casen-2022>
- Navarrete, J.; Moisan; Muñoz, S y Valdés, A. (2018) Perfil de una Política Pública subnacional: “Gobernanza para la Competitividad Territorial en la región de Maule”. Centro de competitividad del Maule, Universidad de Talca.
- Orellana, A., Mena, J. y Montes, J. (2016). “Plan de desarrollo comunal: ¿el instrumento rector de la gestión municipal en Chile? *Revista Invi*, 31(87): 173-200. <https://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/62723>
- Precht, A.; Reyes, S.; Salamanca, S. (2017). *El ordenamiento territorial en Chile*. Ediciones universidad católica de Chile.
- Quintana, A. y Montgomery, W. (Eds.) (2006). *Psicología: Tópicos de actualidad*. Lima: <http://www.ubiobio.cl/miweb/webfile/media/267/3634305-Metodologia-de-Investigacion-Cualitativa-A-Quintana.pdf>
- Quecaño Condori, Percy, & Dominguez Pillaca, Danny. (2025). Participación ciudadana para el desarrollo social en la gestión municipal. *Revista InveCom*, 5(2), e502025. Epub 15 de febrero de 2025. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13137288>

Ruz, M.; Maldonado, M; Orellana, A y Vicuña, M. (2014). Planes de Desarrollo Comunal: propuestas para mejorar su efectividad como instrumento de planificación, participación y rendición de cuentas municipal. Propuestas para Chile, concurso de Políticas Públicas, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Rojas, D. y Sánchez K. (2021). Empoderamiento de la ciudadanía a través de la participación ciudadana para un gobierno local integral. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México. ISN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto, Volumen 5, Número 4. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i4.758p.6036

Shelton, R.C., Goodwin, K., McNeil, M. *et al.* (2023). Application of The Consolidated Framework for Implementation Research to inform understanding of barriers and facilitators to the implementation of opioid and naloxone training on college campuses. *Implement Sci Commun* 4, 56. <https://doi.org/10.1186/s43058-023-00438-y>

Subsecretaria de desarrollo regional y Administrativo y Universidad Austral de Chile (2021). Informe final. Estudio para levantamiento de información comunal respecto a la utilización e impacto de los planes comunales de desarrollo en la gestión municipal, Gobierno de Chile, Santiago-Valdivia. <https://proactiva.subdere.gov.cl/bitstream/handle/123456789/555/Informe%20Pladecos%20Uach%202021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sandoval, C. (2002). Investigación Cualitativa. Instituto colombiano para el fomento de la educación superior, ICFES. ARFO Editores e Impresores Ltda.

Sistema Nacional de Información Municipal (Sinim). (01 de mayo 2024). Datos Municipales. Subsecretaria de desarrollo regional y administrativo, Ministerio del interior y seguridad pública, Gobierno de Chile. https://datos.sinim.gov.cl/datos_municipales.php

Subsecretaria de desarrollo regional y administrativo (2020). Fortalecimiento municipal 10 años de diagnóstico nacional 2010 – 2019. Gobierno de Chile. <http://desarrollomunicipal.subdere.gov.cl/sites/default/files/11497%20LIBRO%20SUBDERE%20WEB.pdf>

Thiele J, Wiehe J, von Haaren C (2024) Participación 3.0 en la implementación de la transición energética. Componentes y eficacia de una herramienta de diálogo interactivo (Visión: 2040). PLoS ONE 19 (3): e0299270. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0299270>

Wine Tourism as a Catalyst for Territorial Sustainability. A Theoretical Approach Towards Responsible Wine Tourism by 2050

El Enoturismo como Catalizador para la Sostenibilidad Territorial. Una Aproximación Teórica Hacia un Enoturismo Responsable para 2050

María Isabel Ramos-Abascal

Universidad Anáhuac México. Huixquilucan, México.
Universidad Francisco de Vitoria. Pozuelo de Alarcón, Madrid, España
mramos@anahuac.mx

Abstract

This study aims to assess the potential of responsible wine tourism as a catalyst for territorial sustainability by 2050, envisioning a possible and desirable scenario. A mixed methodology was employed. Quantitatively, the global growth of wine tourism was projected over 25 years using the compound annual growth rate formula, based on international market data; concurrently, the evolution of the global area cultivated with *Vitis vinifera* was estimated. Qualitatively, six in-depth interviews were conducted with high-profile international experts in sustainable wine tourism, vineyard or winery management, and wine tourism governance, all with more than fifteen years of professional experience. The interviews were transcribed and analysed using Atlas.ti to identify thematic patterns and convergences. The results were compared with mathematical projections and existing literature. The findings suggest that responsible management, technological innovation, organic viticulture, and collaborative governance will be key factors for wine tourism to contribute positively to rural development and territorial sustainability, provided there is a shared awareness between hosts and visitors about the responsibility to reduce the negative effects of tourism.

Keywords: Wine tourism, regenerative tourism, responsible tourism, wine consumption.

JEL: L83, L66, Q01, A13, Q56

Resumen

Este estudio tiene como objetivo evaluar el potencial del enoturismo responsable como catalizador de la sostenibilidad territorial hacia 2050, vislumbrando un escenario posible y deseable. Se empleó una metodología mixta. En términos cuantitativos, se proyectó el crecimiento global del enoturismo a 25 años mediante la fórmula de crecimiento compuesto anual, utilizando datos del mercado internacional; paralelamente, se estimó la evolución de la superficie mundial cultivada con *Vitis vinifera*. En el ámbito cualitativo, se realizaron seis entrevistas en profundidad a expertos internacionales de alto perfil en enoturismo sostenible, gestión de viñedos o bodegas, y gobernanza del enoturismo, todos con más de quince años de experiencia profesional. Las entrevistas fueron transcritas y analizadas con Atlas.ti para identificar patrones temáticos y convergencias. Los resultados se contrastaron con las proyecciones matemáticas y la literatura existente. Los hallazgos sugieren que la gestión responsable, la innovación tecnológica, la viticultura ecológica y la gobernanza colaborativa serán factores clave para que el enoturismo contribuya positivamente al

desarrollo rural y la sostenibilidad territorial siempre y cuando exista una conciencia compartida entre anfitriones y visitantes sobre la responsabilidad de menguar los efectos negativos de la actividad turística.

Keywords: Wine tourism, regenerative tourism, responsible tourism, wine consumption.

JEL: L83, L66, Q01, A13, Q56

Palabras clave: Enoturismo, turismo regenerativo, turismo responsable, consumo de vino.

JEL: L83, L66, Q01, A13, Q56

1. INTRODUCTION

Wine tourism has emerged in recent decades as one of the most dynamic and multifaceted segments within cultural and gastronomic tourism, positioning itself at the intersection of agricultural production, heritage, landscape, and experiential consumption (Sorcaru et al., 2024). Far from being limited to winery visits or vineyards, contemporary wine tourism encompasses a complex system of activities that connects primary production with services, narratives, and symbolic values rooted in the territory. As global tourism markets evolve toward more conscious, experience-driven, and place-based forms of travel, wine tourism has increasingly been recognized for its potential to generate economic diversification, reinforce local identity, and contribute to the long-term sustainability of rural regions (Trigo, 2022; Flood Chavez et al., 2023).

At the same time, the global expansion of wine tourism is taking place within a context characterized by significant structural challenges. Climate change, environmental degradation, changing consumption habits, and demographic shifts in rural areas are changing the conditions in which viticulture and tourism can coexist (Pérez-Romero, 2025; Evans & Roberts, 2024; Segitur, 2023). The global decline in vineyard area, coupled with mounting pressure on water resources, biodiversity, and land use, raises important questions about the sustainability of traditional production methods and the resilience of wine-producing regions (Everett & Aitchison, 2008). In this scenario, tourism cannot merely be considered a supplementary economic activity; it must be strategically aligned with responsible and regenerative management frameworks that balance growth with ecological and social limits (Kastenholz & Nave, 2023).

This article considers wine tourism to be a potential catalyst for territorial sustainability. It emphasizes the capacity of wine tourism to integrate economic, social, cultural, and environmental dimensions within a shared spatial context. This concept has been reviewed in the literature (Martinez-Falco et al., 2025; Garcia-Rodea, 2022). Projecting the evolution of the sector towards 2050, the study examines the opportunities and risks of its anticipated expansion, emphasizing the need to reconsider governance models, production practices, and visitor experiences. The analysis is based on a mixed-methods approach combining quantitative projections of market growth and vineyard area trends with qualitative insights from in-depth interviews with international wine tourism, viticulture, and destination management experts.

Adopting an integrated perspective, the article makes a valuable contribution to the ongoing academic and professional debates surrounding responsible tourism. It argues that wine tourism should be considered not only as a market-driven phenomenon, but also as a means of promoting resilience, regeneration, and territorial well-being (Turčinović et al., 2025). The governance of wine tourism, given its characteristics, scope, and linkages, enables the catalysation of the territory. The article argues that the future competitiveness of wine tourism destinations will depend less on volume and more on their ability to adopt sustainable practices, foster local participation, and articulate coherent narratives that respect the limits and potential of their territories (Agyeman et al., 2022; Zhang & Sarker, 2024). The study, therefore, seeks to provide a forward-looking framework for understanding wine tourism as a strategic lever for sustainable development in the global wine production value chain (Guedes, 2022; Lubawa, 2026).

2. THEORETICAL BACKGROUND

Millennia of human evolution have not changed the fact that humans travel for food. Since the beginning, they have sought places where they could gather or hunt enough to satisfy their hunger. Although the need to eat remains the same as it always has been, people still travel for food today, albeit for more sophisticated reasons.

These risky ancestral journeys in search of salt, fruit, or prey to ensure survival have evolved into a growing market known as gastronomic tourism. This market is made up of multiple niches, including wine tourism, which is travel motivated by wine culture and all related activities of interest to travellers. According to the latest global analysis report by Vinetur (2025), this particular segment has a compound annual growth rate of over 10%.

This represents a rapidly developing niche market with a projected global value of approximately US\$332.5 billion over the next decade (IMF, 2025). This growth is expected to include the integration of new destinations into the current wine tourism circuit and more active participation by wineries, vineyards, wine bars, and other businesses and attractions. These businesses have found tourism to be a complementary addition to their original mission and a unifying factor for wine-producing regions. They enrich the range of experiences offered and often strengthen rural tourism (Agudo Gutiérrez, 2010). Responsible evolution satisfies the host community and is reflected in visitor satisfaction (Depetris-Chauvin & Meidell, 2025).

Like any other human activity, tourism has consequences. Its unique characteristics involve the coexistence of cultures in unfamiliar spaces, as well as universal criteria for that coexistence. This requires great sensitivity in management in order to make tourism a force for progress, not only among participants, but also for the general benefit of the territory in which it takes place. This is evidenced by Geisenheim University in its Annual Global Wine Tourism Report (2025).

The aforementioned reports indicate greater growth in the New and Ancestral Worlds. The New World regions are those that developed winemaking after Europeans arrived in America and introduced *Vitis vinifera* and viticulture to the continent. This activity spread to other regions on other continents due to commercial and political events. In contrast, Old World wines originate from regions surrounding the Black Sea, the Near East, and the Mediterranean Sea, as well as regions conquered by the Roman Empire. China has proposed a third category to be added to the Old and New World wine region classification (Johnson & Robinson, 2019): the Ancestral Region. Although the region's incorporation into the international tourist circuit is recent, evidence of wine production in Asia dates back more than 8,500 years (Li et al., 2018; Cavalieri et al., 2003), and the region has maintained a steady flow of domestic tourists for several decades.

Most of the world's wine-growing regions are naturally located between the 30th and 50th parallels in both hemispheres, and the land is predominantly rural. Wine tourism is such a recent activity that the first definitions emerged when New World wineries and vineyards began opening to visitors in the late 1990s. The earliest references are in English (Hall et al., 2000). Winegrowing in the Old World is an everyday activity that is part of its culinary tradition. Many people are directly or indirectly involved in winemaking, marketing, and consumption. Therefore, there is less interest in organizing visits and guided tours of vineyards and wineries for domestic tourists. Conversely, wine production in the New World and the Far East is new and interesting to many; participating in related activities can bring prestige.

Anglo-Saxon academic research (Sánchez et al., 2017; Hall et al., 2000) sparked international interest by opening up a prolific line of study on wine tourism from different perspectives, including business, ecology, the social sciences, and politics. As a result, destinations that could benefit from this visibility began conducting research. The term "enoturismo" (winetourism) was coined in Spanish and registered in 2005 in La Rioja by the Aldeanueva de Ebro City Council at the Spanish Patent and Trademark Office. The Aldeanueva de Ebro City Council's exclusive use of the term prevented its use in promotional and academic documents. After some disagreements, however, the trademark exclusivity was not renewed, which boosted its popularity and use. Ultimately, the term was incorporated into the Royal Spanish Academy dictionary in 2014 (Figuerola, 2009). Nevertheless, tourism ultimately depends on the territory. A potential inconsistency emerges in this regard: despite the successful planting of vines in emerging regions, there is a global trend toward a decline in the area under cultivation of *Vitis vinifera*. According to the International Organization of Vine and Wine (OIV), this decline is currently estimated at around 0.6% annually over the last four

years.

According to experts, the loss of vineyards is due to multiple factors. Climate change is one of the most impactful factors, but economic and social factors have also been identified. The sharp decline in the area under cultivation prompted John Barker, Director General of the OIV, to call for international cooperation among producing countries at a press conference in early 2025. The goal is to promote research into new management strategies and reverse the trend (OIV, 2025).

According to academic literature, climate change poses several challenges to vineyards. For example, even a 2°C increase could impact up to 56% of crops, whereas a 4°C increase could impact up to 85% (Morales-Castilla et al., 2020). Climate change also introduces new phytosanitary challenges, including diseases and pests (Ruiz et al., 2018). These changes call into question the suitability of existing strains and highlight the need to adapt to new conditions and seek innovative alternatives by investing in research.

Social changes also threaten the survival of vineyards, wineries, and related businesses. The goal is to maximize land profitability, which is impacted by rural-to-urban migration in search of better opportunities and changing consumer preferences among younger generations. Facts show that global wine production declined in 2024 to its lowest level since 1961 (EFE, 2025). Despite an increasing body of literature, limited research integrates long-term quantitative projections with territorial sustainability frameworks in wine tourism.

Identifying which oenological and tourism practices contribute most efficiently to the transformation of the territory helps plan public policies and management actions that facilitate development and the active participation of visitors.

It is important to distinguish between three related but distinct concepts: sustainable tourism, responsible tourism, and regenerative tourism. Although they are similar, they have different scopes and levels of engagement and responsibility for hosts and visitors. Sustainable tourism focuses on achieving long-term balance between economic, social, and environmental impacts by minimizing negative impacts. It is primarily managed through policies, laws, and regulations from the host community's perspective, leaving little or no participatory responsibility to visitors. However, the concept has not evolved to adapt to tourists' profiles or their awareness of the impact of their stays (Butler, 1999; Bramwell & Lane, 2012; Cerquetti et al., 2022).

Responsible tourism is a contemporary concept with roots in the ethical implications of visitors' actions at a destination and their consequences (Boyd, 1999; Fennell, 2008).

In the words of Haywood (1988), responsible and responsive tourism is a commitment model in which all host and visitor stakeholders seek to reduce the negative impact of tourism. Tourists assume responsibility by adjusting their behaviour and consumption to avoid harming ecological, economic, and social environments, thereby demonstrating genuine ethical awareness (Mondal & Samaddar, 2022; Wan et al., 2025) and generating a catalytic effect in the region.

Finally, regenerative tourism is a conscious response to the shared need to mitigate the unintended consequences of tourism (Spenceley et al., 2010; García-Maroto et al., 2026). This model proposes that visitors' presence and actions generate benefits for the host community (Chauhan, 2025) and foster restoration and regeneration (Hutchins, 2019). While this is the ideal state, achieving it is a gradual process motivated by knowledge, recognition, and appreciation of the destination's development.

Responsible tourism, therefore, represents a middle ground between preventing harm and seeking to derive benefits from tourism activities; consequently, its proper management in the tourism sector is essential to achieving regional sustainability, as a minimum standard of operation.

3. METHODOLOGY

In order to understand the theoretical possibility of adopting responsible management models in wine tourism and to glimpse what actions should be prioritized so that it truly functions as a catalyst for territorial sustainability, it is necessary to take into account the conditions and needs of existing wineries and vineyards, as well as the challenges to be faced in the near future; It may seem like a utopian exercise, since we will not know about predictive assertiveness for another 25 years, but the analysis of the results will serve as a guideline for defining a vision that aims to achieve optimal conditions for the remainder of the first half of the 21st century, that is, to make wine tourism a

catalyst for territorial sustainability, proposing a possible scenario and calculating its potential consequences.

Predicting what wine tourism will be like in 2050 is an almost impossible task. Many factors influence its development, ranging from uncontrollable aspects such as climate change to market factors such as changing consumer trends, and even political and educational factors. When we know that the only constant is change, and that change has never been so rapid, the best thing to do is to create an ideal vision and assess how viable this evolutionary path may be for the international wine tourism system, bearing in mind that this is part of gastronomic tourism, which is classified as cultural tourism.

Therefore, a mixed methodology was chosen. In quantitative terms, the growth trend of wine production and winemaking at the international level was projected and quantified in economic terms. A parallel exercise was also carried out by calculating the number of hectares devoted to the cultivation of *Vitis vinifera*, using the exponential compound growth formula, as this is suitable for modelling sectors with constant or near-constant annual growth. This exercise provides data consistent with the assumption that the trend will continue, which could be accurate if no setbacks arise. It therefore establishes an ideal parameter, albeit with uncertain probability.

In terms of qualitative research, six in-depth interviews were conducted with international professionals involved in sustainable wine tourism or experts in vineyard or winery management open to the public with an international outlook and at least 15 years of experience, as well as leaders of international wine tourism associations, a highly specialized professional profile in a narrow niche, significantly reduces the dispersion of perspectives typically found in more heterogeneous samples giving a long-term vision rather than the generalization of results. The nationalities of the participants include China, Spain, Argentina, Russia, Mexico, and France, with the aim of having a global vision of wine tourism; prioritizing the profile of the participants over the number of interviews, Africa was the only continent not considered, despite having mature wine-producing regions. The reason not to include it was that we were unable to contact candidates who met the desired profile.

Six were selected: two of them are really into quality of life, both for hosts and visitors; two are experts with an eco-friendly vision to reduce or get rid of the environmental impact of tourism; and the last two are tourism economy pros.

Three interviews were conducted via Zoom and three in person, taking advantage of the participants' attendance at the II GWTO Global Summit on Responsible Wine Tourism, held in Yantai, China, from July 2 to 5, 2025. Results were transcribed and analysed using Atlas.ti software to ensure greater analytical rigor. This AI-assisted tool allows for the coding of arguments to identify patterns, common themes, and isolated ideas. Once processed, these qualitative results were integrated with the mathematical projections obtained from the quantitative data and compared with existing literature.

Among the questions included in the interview guide that generated the most significant responses were the following:

1.- From a long-term strategic perspective, how do you assess the relationship between the projected growth of global wine tourism and the simultaneous decline in vineyard surface area, and what implications might this imbalance have for the sustainability of wine tourism destinations by 2050?

2.- In your opinion, how might ecological practices—such as organic or biodynamic viticulture—reshape the development and positioning of wine tourism experiences, particularly in relation to the environmental expectations of emerging generations of visitors?

3.- Considering the increasing effects of climate change on viticulture, how do you foresee the potential relocation or redefinition of wine regions and designations of origin, and what consequences could these transformations have for the territorial identity, integrity and governance of wine tourism destinations?

4.- From a socio-territorial perspective to what extent can wine tourism contribute to rural development, employment generation, and the strengthening of cultural identity in wine-producing regions, and what conditions are necessary for these benefits to materialize sustainably?

5.- Looking toward the next 25 years, what economic and managerial strategies do you consider most relevant for ensuring that wine tourism remains a complementary activity that strengthens, rather than compromises, the primary function of vineyards and wineries?

4. RESULTS

From a quantitative perspective, a 25-year projection of worldwide wine tourism growth was calculated using the exponential compound growth formula, the formula assumes that the rate of change will remain constant throughout the projection horizon. The market for this niche was estimated at US\$51.63 billion in 2024 and has experienced a compound annual growth rate of just over 10%, projected over the next 25 years. These figures come from the Vinetur report Wine Tourism in the Local Economy: Global Analysis 2024, which consolidates and compares regional reports. Based on this calculation, the value of wine tourism could reach US\$559.19 billion by 2050.

To complement this projection, the same method and formula were used to estimate the surface area of vineyards in 2050, based on the current number of hectares cultivated with *Vitis vinifera* worldwide, considering that for wine tourism, the territory is even more relevant than the wine itself.

According to the most recent data from the OIV (2024), which reports 7.1 million hectares under cultivation, and considering the observed decline of 0.6% over four consecutive years, it is estimated that 6,071,617 hectares currently in production could be lost if no corrective actions are taken.

From a qualitative perspective, all interviewees emphasized the urgency of adopting more responsible practices as an unquestionable pathway toward sustainable tourism. From an ecological standpoint, interviewees agreed that biodynamic farming will gain popularity. Although certifications in this area are not yet highly valued by vineyard managers, younger generations are expected to increasingly prefer visiting environmentally responsible vineyards.

Participants also indicated that wine quality improves significantly when vines and grapes are cultivated without agrochemicals, resulting not only in healthier wines but also in reduced environmental impact. Visitors perceive such vineyards as safer and healthier places to visit.

Two interviewees pointed out that grape cultivation can restore land that has been left unused, either because of water stress or unsuitable topography for other crops, thereby opening new opportunities for wine tourism development. Most participants identified climate change as a major challenge that will likely force the relocation or redefinition of regions with designations of origin. This process may require identifying new promising areas for viticulture and developing low-impact tourism activities coordinated among all stakeholders within a governance framework.

Experts identified several ecological challenges, including increasing water stress, the emergence of new pests and diseases associated with climate change, and the need to identify suitable new wine-growing areas. They also stressed the importance of respecting carrying capacity, particularly in the case of festivals and mass events, emphasizing that the primary activity of wineries must always be prioritized and that the territory must be respected. Wine tourism has the unique characteristic of integrating primary, secondary, and tertiary economic sectors within the same territorial space.

From a social perspective, most participants highlighted the importance of wine tourism as an alternative source of employment that complements vine cultivation and winemaking. Another recurring theme was the opportunity to promote wine culture among the general population so that it becomes a symbol of regional pride and identity, thereby safeguarding both the tangible and intangible heritage associated with wine production.

Experts also emphasized the importance of education, professional training, and workforce development. Beyond improving the quality of life for families directly involved in wine production, the opportunity to integrate into the tourism sector may help discourage migration from rural areas to urban centres. Some interviewees stressed the importance of respecting production processes. In particular, they noted the need to clearly differentiate the primary function of vineyards and wineries from wine tourism activities. Wine tourism should remain a complementary attraction, as visits at certain times of the production cycle may interfere with quality control and hygiene requirements. One participant even suggested suspending tourist visits during certain weeks of the year, while keeping retail spaces open.

Another recurring idea was that understanding the careful and patient work required to produce wine allows visitors to appreciate its true value, regardless of price. Wine tourism thus encourages respect for the product and for the professionals involved in its production.

Participants also emphasized the importance of developing authentic narratives that communicate the story of the territory, the vineyard, and the entrepreneur. This requires investment in anthropological, archaeological, social, and tourism research in order to highlight the tangible and

intangible attractions of the destination.

which can be interpreted as the duty of the visitor to acknowledge the consequence of their stay in the vineyard or winery and to strive, in joint responsibility with the hosts, to minimize the negative impact and, if possible, to promote the regeneration of resources, turning the tourist into an ally for achieving sustainability.

5. DISCUSSION AND CONCLUSION

According to the interviewed experts, wine tourism can be understood as a strategic axis for the regeneration and development of rural areas where grape cultivation is viable. Viticulture is often more profitable than other crops and typically requires relatively little water. When combined with winemaking, viticulture creates employment opportunities, diversifies local economies, and strengthens territorial identity.

Responsible management of these activities is essential to ensure wine tourism becomes regenerative. This may entail reclaiming unproductive land and fostering conditions that enable vulnerable populations to remain in rural areas, thereby alleviating migration pressures.

Education and professional training are key elements of this process. They improve the quality of life for host communities and enable them to integrate into the value chain, either directly or indirectly. Therefore, professionalization across all stages of wine production and tourism management must be prioritized.

The first step toward achieving this objective is developing a shared vision. Collaborative governance involves the participation of all stakeholders and balances different needs across short-, medium-, and long-term horizons.

Coordinated efforts and preparation at multiple levels are required to address current challenges, particularly those related to climate change, changing consumption patterns, and the growing demand for personalized tourism experiences.

This also demands continuous research and innovation in agricultural practices, tourism management, and market analysis. It requires the creation of observatories and data-generation systems that can support adaptive strategies.

Responsible wine tourism is possible and necessary. It requires the participation of all stakeholders, a shared vision, recognition of territorial limits and opportunities, and a collective commitment to making wine tourism a catalyst for territorial sustainability.

This study presents a possible scenario: an initial, theoretical approach aimed at establishing guidelines to promote responsible wine tourism. Therefore, the convergence of findings should be interpreted as indicative rather than definitive. Several limitations must be acknowledged. First, the qualitative findings are based on a relatively small group of experts, which limits the generalizability of the results. Additionally, projections of wine tourism growth and vineyard surface area depend on compound growth assumptions derived from current data that could change due to economic, environmental, or policy factors. Future research could incorporate empirical data from visitors and broaden the geographic diversity of participants to further validate and refine the identified trends.

REFERENCES

Agudo Gutiérrez, E. (2010): Nuevas modalidades de turismo en un entorno rural: enoturismo y oleoturismo. Análisis del perfil del consumidor de turismo gastronómico. Córdoba. Universidad de Córdoba. [Agudo Gutiérrez, E. (2010): New forms of tourism in a rural setting: wine tourism and olive oil tourism. Analysis of the profile of gastronomic tourism consumers. Cordoba. University of Cordoba].

Agyeman, F. O., Zhiqiang, M., Li, M., Sampene, A. K., Dapaah, M. F., Kedjanyi, E. A. G., & Heydari, M. (2022). Probing the effect of governance of tourism development, economic growth, and foreign direct investment on carbon dioxide emissions in Africa: The African experience. *Energies*, 15(13), 4530.

Boyd, S. (1999). *Tourism: Searching of ethics under the sun*. Latinamerica Press. 31(33): 1-2,10.

Bramwell, B., & Lane, B. (2012). Towards innovation in sustainable tourism research? *Journal of Sustainable Tourism*, 20(1), 1-7.

Butler, R. W. (1999). Sustainable tourism: A state-of-the-art review. *Tourism geographies*, 1(1), 7-25.

Cavaleri, D., McGovern, P.E., Hartl, D.L. et al. (2003). Evidence for *Scerevisiae* Fermentation in Ancient Wine. *Journal of Molecular Evolution* 57 (Supl. 1), S226–S232. <https://doi.org/10.1007/s00239-003-0031-2>

Cerquetti, M., Ferrara, C., Romagnoli, A., & Vagnarelli, G. (2022). Enhancing intangible cultural heritage for sustainable tourism development in rural areas: The case of the “Marche food and wine memories” project (Italy). *Sustainability*, 14(24), 16893.

Chauhan, N. (2025). Empowering communities and preserving heritage: Case studies on socially responsible travel through fair trade tourism.

Depetris-Chauvin, N., & Meidell, J. E. (2025). Strategic pathways to winery tourism competitiveness: how firm orientations shape digital visibility and visitor satisfaction. *Journal of Foodservice Business Research*, 1-25.

EFE. (2025). El consumo mundial de vino bajó en 2024 a su menor nivel desde 1961. Agencia EFE, recuperado el 25 de junio. [EFE. (2025). Global wine consumption fell in 2024 to its lowest level since 1961. Agencia EFE, retrieved on June 25th, 2025].

Evans, S., & Roberts, L. (2024). Wine tourism and regional development in the Southeast of England. *Journal of Sustainable Tourism Research*, 15(2), 145–160.

Everett, S., & Aitchison, C. (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. <https://doi.org/10.2167/jost715.0>

Fennell, D. A. (2008). Responsible tourism: A Kierkegaardian interpretation. *Tourism Recreation Research*, 33(1), 3-12.

Figuerola, M. (2009). Enoturismo: Caso la Rioja. Universidad Antonio de Nebrija. [Figuerola, M. (2009). Wine tourism: The case of La Rioja. Antonio de Nebrija University].

Flood Chavez, D., Niewiadomski, P., & Jones, T. (2023). Interpath relations and the triggering of wine-tourism development. *Tourism Geographies*, 25(8), 1874-1892.

FMI. (2025). Wine Tourism Market Analysis – Size, Share, and Forecast Outlook 2025 to 2035. Future Marketing Insights.

García-Maroto, I., Higuera-Castillo, E., Muñoz-Leiva, F., & Liebana-Cabanillas, F. (2026). Environmentally responsible tourist behaviour in socially responsible urban destinations. *Tourism Review*, 81(3), 1062-1080.

García-Rodea, L. F. (2022). Viniculture and tourism in the new world of wine: A literature review. *Wine Economics and Policy*.

Geisenheim University. (2025). Annual Global Wine Tourism Report. UN Tourism; OIV International Organisation of Vine and Wine.

Guedes, A. (2022). Wine tourism's institutional framework and governing system: Evidence from Portugal and six international reference markets as benchmarks. In *Routledge Handbook of Wine Tourism* (pp. 153-169). Routledge.

Hall, C.M., & Mitchell, R. (2000). Wine Tourism in the Mediterranean: A Tool for Restructuring and Development. *Thunderbird International Business Review*, 42 (4), 445-465.

Hall, C.M., Sharples, L., Cambourne, B., & Macdonis, N. (2000). *Wine Tourism Around the World* (1.^a ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780080521145>

Haywood, K. M. (1988). Responsible and responsive tourism planning in the community. *Tourism management*, 9(2), 105-118.

Hutchins, G. (2019). Regenerative leadership. eBook Partnership. *Regenerative Tourism*, 27.

Johnson, H., & Robinson, J. (2019). *The World Atlas of Wine*, 8th Edition. London. Mitchell Beazley.

Kastenholz, E., Paço, A., & Nave, A. (2023). Wine tourism in rural areas—hopes and fears amongst local residents. *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*, 15(1), 29-40.

Li, H., Wang, H., Li, H., Goodman, S., van der Lee, P., Xu, Z., Fortunato, A., & Yang, P. (2018). The Worlds of Wine: Old, New and Ancient. *Wine Economics and Policy*, 7(2), 178–182. <https://doi.org/10.1016/j.wep.2018.10.002>, retrieved July 23rd, 2025.

- Lubawa, G. G. (2026). Planning Sustainable Wine Tourism in Tanzania: An Expert-Weighted Value Chain Approach. *Business Excellence and Management*, 16(5), 79-103.
- Martínez-Falcó, J., Sánchez-García, E., Marco-Lajara, B., & Millán-Tudela, L. A. (2025). Wine tourism as a catalyst for sustainable competitive advantage: unravelling the role of winery image and reputation. *International Journal of Wine Business Research*, 37(4), 677-703.
- Mondal, S., & Samaddar, K. (2022). Responsible tourism towards sustainable development: Literature review and research agenda. *Trends in Asia Pacific Business and Management Research*, 85-122.
- Morales-Castilla, I. et al. (2020). "Diversity buffers winegrowing regions from climate change losses". *PNAS*. 27th January.
- OIV. (2025). State of the World Vine and Wine Sector in 2024. International Organization of Vine and Wine.
- Pérez-Romero, M.E., Jiménez-Islas, D., Álvarez-García, J., de la Cruz del Río-Rama, M. (2025). Wine Tourism and Sustainable Territorial Development: Analysis of Worldwide Scientific Coverage. In: Albuquerque, H., Freitas, I., Gardner, G.A. (eds) *Wine Tourism and Landscapes*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-97934-7_5
- Ruiz, L., Romero, P., Tomel, M., Menéndez, C.M., Cabello, F. y Martínez, A. (2018). La viticultura frente al cambio climático: adaptación y estrategias de mejora. *Libros y partes de libros*, 5, 165-196. <https://digital.csic.es/handle/10261/194670> [Ruiz, L., Romero, P., Tomel, M., Menéndez, C.M., Cabello, F., & Martínez, A. (2018). Viticulture in the face of climate change: adaptation and improvement strategies. *Books and parts of books*, 5, 165-196. <https://digital.csic.es/handle/10261/194670>], retrieved July 24th, 2025
- Sánchez, A.D., De la Cruz Del Río Rama, M., & García, J.Á. (2017). Bibliometric analysis of publications on Wine Tourism in the databases Scopus and WOS. *European Research on Management and Business Economics*, 23 (1), 8-15. <https://doi.org/10.1016/j.ie-deen.2016.02.001>, retrieved July 26th, 2025
- Segitur. (2023). Enoturismo, Estado del Arte. Segitur, Turismo e Innovación. España. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. [Segitur. (2023). Wine Tourism, State of the Art. Segitur, Tourism and Innovation. Spain. Ministry of Industry, Trade, and Tourism.] retrieved July 20th, 2025
- Sorcaru, I. A., Muntean, M. C., Manea, L. D., & Nistor, R. (2024). Entrepreneurs' perceptions of innovation, wine tourism experience, and sustainable wine tourism development: the case of Romanian wineries. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 20(2), 901-934.
- Spenceley, A. (Ed.). (2010). Responsible tourism: Critical issues for conservation and development. Routledge.
- Trigo, A.; Silva, P. Sustainable Development Directions for Wine Tourism in Douro Wine Region, Portugal. *Sustainability* 2022, 14, 3949. <https://doi.org/10.3390/su14073949>
- Turčinović, M., Vujko, A., & Stanišić, N. (2025). Community-led sustainable tourism in rural areas: Enhancing wine tourism destination competitiveness and local empowerment. *Sustainability*, 17(7), 2878.
- Vinetur. (2025). Informe: Enoturismo en la Economía Local: Análisis Mundial 2024. <https://tinyurl.com/yw9z5hla>. [Vinetur. (2025). Report: Wine Tourism in the Local Economy: Global Analysis 2024. <https://tinyurl.com/yw9z5hla>, retrieved July 24th, 2025].
- Wan, C., Lee, D., Wut, T. M., & Banerjee, R. (2025). Tourists' local food consumption: travel experience, responsible tourism, or both? *Sustainable Futures*, 9, 100663.
- Zhang, F., Lv, Y., & Sarker, M. N. I. (2024). Resilience and recovery: A systematic review of tourism governance strategies in disaster-affected regions. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 103, 104350.

Acknowledgments

We appreciate the participation and support of the experts who generously shared their knowledge and experience. We would also like to thank the Global Wine Tourism Organization (GWTO) and Universidad Anáhuac México for the assistance.

Heritage on the Move: Conditions and Reasons of Use of Passenger Rail Service in South-Central Chile (Biobío and Araucanía)¹

Patrimonio en Movimiento: Motivos y Condiciones del Uso del Ferrocarril de Pasajeros en el Centro-Sur de Chile (Biobío y Araucanía)

Hernán Riquelme Brevis

hernan.riquelme@uautonoma.cl
Universidad Autónoma de Chile

Matías Riquelme Brevis

matiasriquelmeb@gmail.com
Departamento de Psicología, Universidad Católica de Temuco, Chile

Aurora Martínez Corral

aumarcor@csa.upv.es
Universidad Politécnica de Valencia, España

Eduardo Sandoval-Obando

eduardo.sandoval@uautonoma.cl
Universidad Autónoma de Chile

Abstract

In the framework of railway studies, one of the most relevant aspects at a global level is related to its versatility as a transport device that is a priority in the public agenda and with certain heritage and tourist characteristics. This cultural potential of the railroad is extrapolated to the national reality and transforms it into an object of study in movement with a historical social tradition. Based on a quantitative, exploratory and non-experimental methodological approach (n=346), the present research aims to describe the motivations and conditions of railroad use in the non-metropolitan daily life of the central-south zone, considering the travel practices and railroad culture of users of the Talcahuano-Laja (n=146) and Victoria-Temuco (n=200) passenger services. Among the results, there is a mostly positive evaluation in terms of comfort, efficiency, economy and rootedness in the social memory of the territories, however, there are critical nodes in terms of coverage and demand in small cities and towns in both regions. It is concluded that the railroad transcends its functionality as a means of transportation to become a fundamental element in the local identity of the surveyed areas.

Keywords: Railway transport, Cultural tourism, Regional development, Daily life, Southern Chile.

JEL Codes: R4; Z1; Z3

Resumen

En el marco de los estudios ferroviarios, una de las aristas más relevantes a nivel global dice relación con su versatilidad como un dispositivo de transporte prioritario en la agenda pública y con ciertas características patrimoniales y turísticas. Esta potencialidad cultural del ferrocarril se extrapola a la

¹ The research results are from the FONDECYT de Iniciación 11240525. ANID-Chile

realidad nacional y lo transforma en un objeto de estudio en movimiento con una histórica tradición social. A partir de un enfoque metodológico cuantitativo, exploratorio y no experimental (n=346), la presente investigación tiene por objetivo describir las motivaciones y condiciones de uso del ferrocarril en la vida cotidiana no metropolitana de la zona centro sur, considerando las prácticas de desplazamiento y la cultura ferroviaria de usuarios de los servicios de pasajeros Talcahuano-Laja (n=146) y Victoria-Temuco (n=200). Dentro de los resultados, destaca una evaluación mayoritariamente positiva a nivel de comodidad, eficiencia, economía y arraigo en la memoria social de los territorios, no obstante, existen nodos críticos en cuanto a la cobertura y la demanda de este en las pequeñas ciudades y localidades de ambas regiones. Se concluye que el ferrocarril trasciende su funcionalidad como medio de transporte, para instalarse como un elemento fundamental en la identidad local de las zonas pesqueras.

Palabras clave: Transporte ferroviario, Turismo cultural, Desarrollo regional, Vida cotidiana, Sur de Chile.

JEL Codes: Z1; Z3

1. INTRODUCTION

The insertion of railroads in Chile dates back to the mid-19th century, at the height of industrial development in Europe and North America (Bogart et al., 2022; Harvey, 2020; Hodgson, 2018), which gradually expanded throughout the Southern Cone of the American continent (Kuntz, 2015; Tartarini et al., 2017), where the national territory was not exempt from the apogee of railroads at the global level. Thus, in 1851 the first stretch of railroad was inaugurated in the north of the country, specifically in the city of Caldera. This service was central to the transportation of minerals, which at that time were the pillar of the nation's economic sustenance. The geography of the territory, long and narrow, became substantial for the railroad to impose itself as a fundamental means of transportation for the transfer of objects and people, as well as in the generation of routes and itineraries (Pizzi & Valenzuela, 2019; Moraga, 2009; Castillo & Mardones, 2021).

During the second half of the nineteenth century and the first part of the twentieth century, this device positioned itself as the main means of transportation in Chile, but also added roles to its mobile condition, for example, the creation of human settlements, national surveillance and territorial sovereignty, a process that extended from north to south as the railroad advanced through places that at the time were considered untamed by the authorities of the time.

Considering the above, the research focuses on two railroad services in the Central South zone of Chile, namely, *Tren Laja-Talcahuano* (TLT) and *Tren Victoria-Temuco* (TVT). Both services are subsidized by the Chilean Government, are subsidiaries of *Empresa Ferrocarriles del Estado* (EFE) and are characterized -beyond offering public transportation to the general public- for fulfilling a social role in providing access and connectivity to the inhabitants of small towns in the regions under study. By way of background linked to trips, during 2019 (pre-pandemic) for the TLT service 421,000 trips were made and for the TVT service 455,000 trips were made (EFE, 2019).

The choice of both services is based on two main reasons. The first is due to the relevant role played by this means of transport in the territorial conformation of the study regions (Marín, 1901; Leiva & Díaz, 2020; Master, 2022; Verniory, 2005), encouraging tourism-patrimonial dynamics and territorial planning. The second reason responds to the role of the railroad in shaping the landscape, where geographical, architectural and anthropological elements have given life to multiple activities, trades and ways of life in the Central South zone of Chile (Guerrero, 2017; Riquelme, 2017).

In particular, the research accounts for the railway heritage in movement in close relation to the experiences of daily mobility, memories and territories of the Biobío and Araucanía regions. Railway heritage in movement is understood not only as the movement of objects, technologies, ideas and people in railway devices of historical character and with high relevance but also refers to a heritage influenced both by the historical conditions of the territories where they are inserted, as well as by the memories and experiences of mobility of its users and workers.

In Biobío, the Laja-Talcahuano service has been in operation since 2008, and, as EFE (s/f) points out, in a stretch of 88 kilometers it interconnects Talcahuano, Hualpén, Concepción Chiguayante,

Hualqui, San Rosendo and Laja, as well as stops and localities such as Mercado de Talcahuano, El Arenal and Laja, as well as stops and localities such as Mercado de Talcahuano, El Arenal, Las Higueras, Los Cóndores, UTF Santa María, Lorenzo Arenas, Pedro Medina, Manquimávida, La Leonera, Quilacoya, San Miguel, Unihue, Valle Chanco, Los Acacios, Talcamávida, Gomero and Buenuraqui.

In La Araucanía, as EFE (s/f) points out, the railroad connects the communes of Victoria, Lautaro and Temuco in 65 kilometers and an approximate one-and-a-half-hour trip from end to end, without neglecting the small towns surrounding these three communes. In short, the service links Victoria, Púa, Perquenco, Quillem, Lautaro, Lautaro Centro, Pillanlelbún, Instituto Claret (exclusive service for students of this institution) and Temuco. This service has been in operation since 2006, and its central role is to collaborate in the accessibility of those inhabitants of communes without greater connectivity with the regional capital and smaller intermediate cities. As a hypothesis, it is proposed that railway heritage and cultural tourism are fundamental for social cohesion and the development of local identity in the territories, generating social life from the passenger services available. However, the nostalgic and romantic discourse of the railway is in tension with the current material needs of access and connectivity of the non-metropolitan and rural population of the surveyed territories.

The article is framed in heritage studies. There is a significant academic gap at the local level, with respect to information between the forms and reasons for the use of the railway in current times and the academic responsibility on the subject. In this sense, a research vacuum is generated, leaving adrift important information that can contribute to improving the quality of life of users; develop lines of action and promote the care of railway heritage.

The questions that guide the research are: what are the motivations and conditions of use of the railway in the daily life of users in the south-central area? What are your journeys like and what do you understand about railway culture? The cause-effect hypothesis put forward is as follows: as the railway strengthens in terms of circulation and flow, the greater the link with the territory, the development of sustainable tourism and the strengthening of the historical memory of the territories.

The article is composed of four sections, in addition to the introduction. In the first part, it presents a theoretical discussion on railway heritage and its cultural and social derivations. Secondly, it describes the methodological approach and its ethical and operational procedures. Third, it presents the most significant results of the quantitative study carried out in both regions, as well as their respective discussion. Finally, it provides conclusions to analyze the impact of the railway heritage from the passenger services studied, considering critical nodes, challenges and opportunities.

2. THEORETHICAL FRAMEWORK

2.1 Tangible and intangible heritage railway

Within the framework of railway heritage studies, there are two perspectives that have prevailed at the time of researching its epistemological path in the national context. On the one hand, there are studies that, focused on material issues, highlight residual aspects of industrial heritage, embodying what is commonly understood as railway heritage (Gilabert, 2017; Sang, et al., 2022; Romero, et al., 2022; Torres, 2013); Arboit et al., 2025), where elements of railway infrastructure such as stations, trains, railways, among others, are analyzed in relation to the landscape, territorial dynamics and urban and rural planning.

On the other hand, research that emphasizes the experiences and emotions of people who during their life cycle have been strongly influenced by the railroad as an interurban object that transcends the purely transportation related. This perspective delves into the immaterial elements of rail transport, accounting for perceptions, memories and social ties of rail users and workers (Alliende, 2001; Navarrete & Cerda, 2021; Riquelme & Oyarce, 2019). At the same time, mobility is intrinsically linked to the development of the railway in local identity, constituting a novel object of study for conceptual development under the new paradigm of mobility (Urry, 2002), especially because of the social, cultural and economic connotation that this device has in global societies. The study of railway heritage in movement is claimed as an experience that invites to reconsider those social actors that in this XXI century use forms of mobility with high identity charge, allowing to investigate the past, present and future of the cultural, economic and social dynamics of the railway (Riquelme et al.,

2020).

Thus, railway mobilities invite to consider historical elements and human geography, interrelating mobility experiences with the development of the national railway heritage (Castillo & Mardones, 2021; Guajardo, 2014; Vickerman, 2018), as well as the existence of a reconfiguration in territorial and spatial aspects from the operation of the railroad, since it is conceived as a central vector of routes, itineraries and creation of human settlements in the national territory.

According to Guajardo (2008), from 1850 to 1920, railroads in Chile reached their peak and then gradually stagnated because of the consolidation of automotive transport. As milestones, the following stand out: 1. beginning of the first railroad stretches in the north to transport minerals, with a preponderance of private companies, 2. development of railroad transportation in the central zone to connect with the northern zone and project development in the south. At this stage, it is worth highlighting the role of the State as a promoter of the lines through the creation of the *Empresa Ferrocarriles del Estado* (EFE) and 3. the role of the private sector as a leading agent in the economic development of mining in the north, where the State began to play a greater role in the second decade of the 20th century (Guajardo, 2008).

It is worth highlighting that at the end of the 20th century the passenger railroad begins to decline nationally due to factors such as the rise of other means of transportation, the disinterest of the authorities of the time in rail service, the privatization of transportation, the concession of the few existing rail services and the dismantling of the railroad (Alliende, 2001; Guajardo, 2008; Ibarra, 2019; Leiva & Díaz 2020; Larroulet, 2021; Riquelme & Oyarce, 2019).

2.2. Railway situation

The railroad also possesses a socio-spatial interscalar relationship, intermediate cities can be considered promoters of connection between the rural and the urban (Morales & Maturana, 2019), but beyond regional capitals as iconic cases of this type of cities at the national level, it is also interesting to understand how territories blur the classic distinctions between rural and urban based on people's rail travel experiences, which tend to be imbued with highly dynamic spatiotemporal transitions. Likewise, the role of the railroad for the development of small cities, which are a focus of high vacancy at the national level, cannot be ignored (Maturana & Rojas, 2015), and which does not necessarily involve connectivity aspects, but also qualitative issues in relation to the railroad for the development of the social life of its inhabitants (Leiva & Díaz, 2020; Peters, 2024). In recent years, in the national context, railroads have emerged as promoters of access to intermediate cities for the population living in small cities and mostly from precarious socioeconomic strata, often becoming the only transportation device available to carry out their daily activities (Riquelme & Lazo, 2019).

Thus, it is of interest not only to understand how people move by rail, but also why they move, which will make it possible to interrelate the material and immaterial elements of railroads, the historical memory of displacements, the experiences of mobility and the interurban specificities that make up what has been called the railway heritage in movement.

As stated by recent research (Leiva & Díaz, 2020; Riquelme et al., 2020), the railroad constitutes a central element in the conformation of the landscape -which is understood from the historical, natural, geographical and cultural components, which burst into the transformation of the territories in order to generate social and economic development for the benefit of its inhabitants (León, 2020)-, especially because from the late nineteenth century to the present it stood as a propellant of connectivity, trade, state surveillance, tourism and identity construction (Alliende, 2001; Guajardo, 2007; Riquelme et al. 2020).

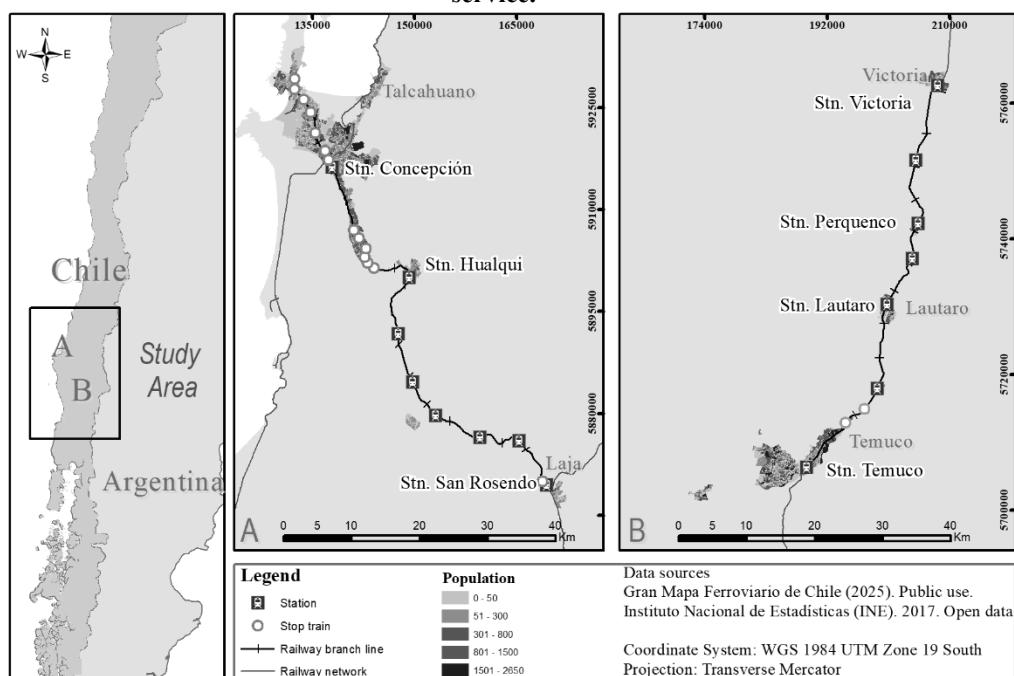
Due to the above, railroads have an immense diversity of theoretical constructions that allow their understanding in different historical moments, which range from the purely patrimonial, political needs and their impact on cultural development, as well as the current mobility needs of the population (Sang et al., 2020; Alliende, 2001, Guajardo, 2007). This versatility positions it as an interurban object highly valued in contemporary scientific and political spheres.

3. METHODOLOGY

Araucanía and Biobío are two regions of south-central Chile. The capitals of both regions are Concepción (Biobío) and Temuco (Araucanía). The Biobío region has Ñuble as its northern limit and Araucanía as its southern limit. The number of inhabitants is 1,556,805 (CENSO, 2017), and the multidimensional poverty level reaches the figure of 14.1% (CASEN, 2022). Regarding La Araucanía, it is bordered to the north by Biobío and to the south by Los Ríos. The number of inhabitants is 957,224 (CENSO, 2017), and its multidimensional poverty is equivalent to 19.8% (CASEN, 2022).

Regarding the spatial location of the railway services, (Figure 1), the GIS environment of ArcGIS Desktop 10.8.2 software was used for cartographic creation. The spatial inputs used were: 1) the database of stations and stops obtained from the *Gran Mapa Ferroviario de Chile* at scale 1:250,000; 2) the railroad tracks from the *Sistema Integrado de Información Territorial* at scale 1:250,000, and 3) the information on blocks and population data obtained from the *Instituto Nacional de Estadísticas* (National Institute of Statistics). For the population mapping, relational processes were employed between the census block cartographic bases and the 2017 census data.

Figure 1: Railway services. On the left Laja-Talcahuano service, and on the right Victoria-Temuco service.



Source: Own elaboration.

In terms of rail routes (Figure 1), there are currently two passenger services in Biobío: Concepción-Coronel and the Laja-Talcahuano train. Similarly, two services operate in the Araucanía, namely the Victoria-Temuco train and the Pitrufquén-Temuco train. All these services are controlled by *Empresa Ferrocarriles del Estado* (EFE).

Using a quantitative methodological approach, a non-experimental and exploratory design (Hernández & Baptista, 2014), the research focused, on the one hand, on the Laja-Talcahuano service, which according to EFE (s.f.) in 2022 made about 500,000 trips and, on the other hand, the Victoria-Temuco service, which in 2022, according to EFE (s.f.) made 476,000 services. Data collection was carried out in the winter and spring of 2024/2025.

Following Hernández (2021), a non-probabilistic purposive sampling method was used. Participants were selected based on criteria related to railway use and their residence in the regions at the time the questionnaire was administered. The age range of the participants was 18–73, and gender was distributed as evenly as possible to promote equity.

A preliminary test was conducted with 30 rail users to refine the instrument. The test revealed no significant deficiencies. This test was carried out on the Laja-Talcahuano service in May 2024. Subsequently, the official questionnaire was administered during the periods of June to August 2024 and from November 2024 to February 2025. The instrument was administered during train journeys,

with prior formal authorization from EFE (Chilean State Railways). The average response time was three minutes per participant.

A travel questionnaire was applied to users of both services, which was carried out while rail users were traveling on one of the routes. The questionnaire, prepared by professionals in the social sciences and urban planning, contained 16 questions that were subdivided into Likert, dichotomous, rank-ordered and short open-ended questions. The questionnaire was validated by expert judgment and previously tested on a group of passengers of the Araucanía railway service. In analytical terms, SPSS software was used to carry out descriptive, correlational and pivot table studies. It should be noted that no specific associative tests (Mann-Whitney or Cronbach's Alpha) were performed; instead, descriptive analyses at the frequency level were prioritized, yielding distributions of central tendency. Frequencies were obtained for selected variables (see results section).

In relation to the sample size, the instrument was applied to 346 users, whose total is broken down into 200 participants in Araucanía and 146 in Biobío. The sociodemographic generalities of the participants are reflected in Table 1 below:

Table 1

Variables sociodemographic	Biobío	Araucanía
Place of residence	Laja 26%	Victoria 37%
	San Rosendo 6%	Perquenco 8%
	Hualqui 18%	Lautaro 22%
	Chiguayante 10%	Pillanlelún 2%
	Concepción 16%	Vilcún 1%
	Coronel 6%	Temuco 26%
	Talcahuano 5%	Padre las Casas 4%
	Los Ángeles 4%	
	San Pedro de la Paz 7%	
	Penco 2%	
Gender	Male 45%	Male 41%
	Female 55%	Female 59%
Age range	18-24 36%	18-24 24%
	25-34 20%	25-34 23%
	35-44 14%	35-44 18%
	45-54 12%	45-54 14%
	55 or older 18%	55 or older 21%
Trade or profession	Student 33%	Student 27%
	Businessman 6%	Businessman 8%
	Public servant 3%	Public servant 5%
	Worker 14%	Worker 24%
	Housewife 13%	Housewife 17%
	Graduate 31%	Graduate 19%
	Old-age pensioner 1%	Old-age pensioner 4%
Civil status	Married 20%	Married 34%
	Single 73%	Single 54%
	Divorced 4%	Divorced 2%
	Widower 2%	Widower 6%

Source: own elaboration.

The instrument was designed to explore the motivations and conditions of railroad use in daily life by surveying users who met certain inclusion requirements, such as residing in one of the two study regions, using the railroad for reasons related to work, study, leisure or care activities, and using the railroad as a fundamental means of transportation for six months or more.

With respect to the dimensions of analysis, two variables were operationalized, namely, 1. Rail travel and services, defined by the economic and social factors that have an impact on mobility by train and from the train. 2. Railway culture: composed of the relationship between the individual and the means of transport in a cultural, social and economic space influenced by the role of the railroad in the development of daily activities. The project has the support of the Ethics Committee of the university

where the lead researcher works. Through document No. CEC 05-24, the Committee approved the application of the survey because: 1. The study does not violate the dignity of the participants involved, ensures their right to anonymity, and guarantees the protection of data confidentiality. 2. The study adheres to the principles of respect for Human Rights, guaranteeing this in the procedures, methodologies, and research processes. 3. The research protocol conforms to ethical standards and is consistent with the precepts contained in the Universal Declaration on Bioethics and Human Rights, as well as the Declaration of Helsinki, and the project complied with the ethical regulations specific to the discipline under study. Finally, within the ethical aspects, it should be noted that there was no economic compensation for participating in the research, and the sample data was treated anonymously.

Table 2 Summary

Design	Non experimental and exploratory
Quantitative sampling	Non probabilistic for convenience
Instrument	Railway survey
Ethical aspects	N SEC 05-24

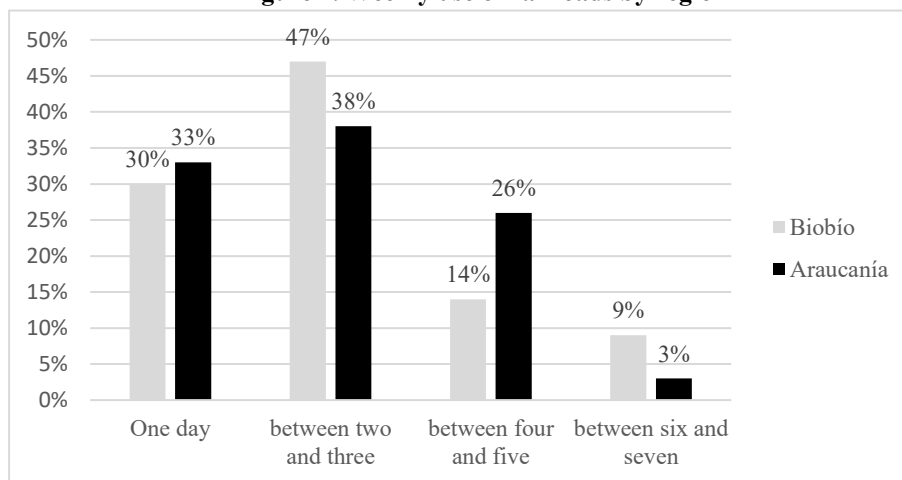
Source: own elaboration.

4. RESULTS

4.1 Commuting and rail services

In order to determine the weekly use made by users of both services, Figure 2 shows the distribution by days of rail use. The results show that, in general, the sample opts for the option "between two and three" days of use. Following this choice, at the regional level, Biobío users show a greater preference for the option "between two and three" days (47%) and "one day" (30%). Users of the Araucanía service also opt for the options "between two and three" (38%) and "one day" (33%). Finally, the option "between six and seven" shows the lowest number of preferences, with 9% for Biobío and 3% for Araucanía.

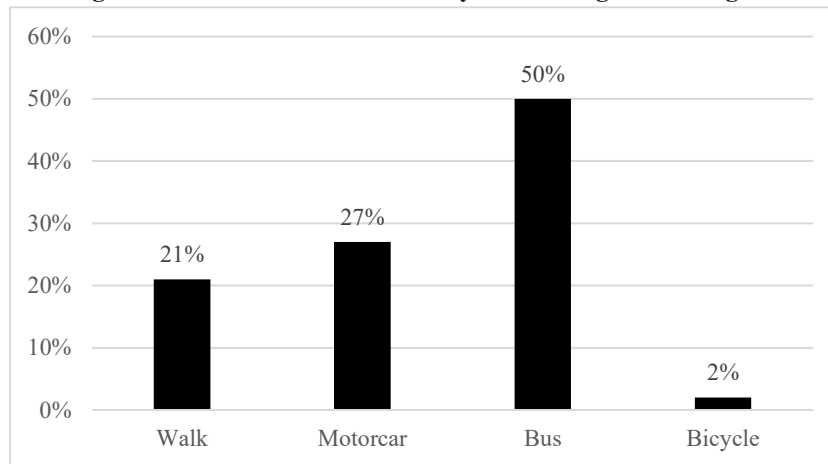
Figure 2. Weekly use of railroads by region



Source: own elaboration

Regarding the amount of weekly use, the choice of intermediate options correlates with time availability factors, which are certainly identified with a low level of passenger service supply by users, since 70% of the total sample would like to have more services available. Similarly, among users who use the service between two and five times a week, 90% of the total in Biobío and 94% in Araucanía consider that the service is comfortable and would be willing to increase the frequency of use if they had a greater offer of services according to their personal schedules.

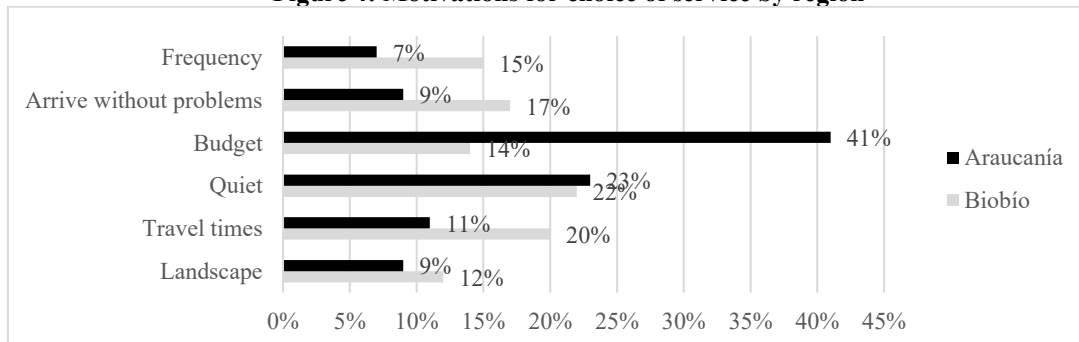
Figure 3. Alternative means of daily commuting in both regions



Source: own elaboration.

Regarding the alternative form of commuting to the railroad, it is observed that both regions coincided in the type of public or private transportation used, with a percentage difference of less than 3% per option. In Figure 3, local and interurban buses stand out (50%) as an intermodal transportation mechanism, as a means of transportation between the place of residence and work or studies. In second place, the "motorcar" (27%) emerges as a device used for personal and family transportation, with daily use associated with all daily activities. In third place, "walk" (21%) mainly involves short-distance trips that involve a connection with a longer- distance transport device such as the railroad. Of the total number of respondents, 92% say that pedestrian travel (or walking) is developed to connect places of work, study and residence with train stops. Finally, the "bicycle" option emerges with 2% of the total.

Figure 4: Motivations for choice of service by region



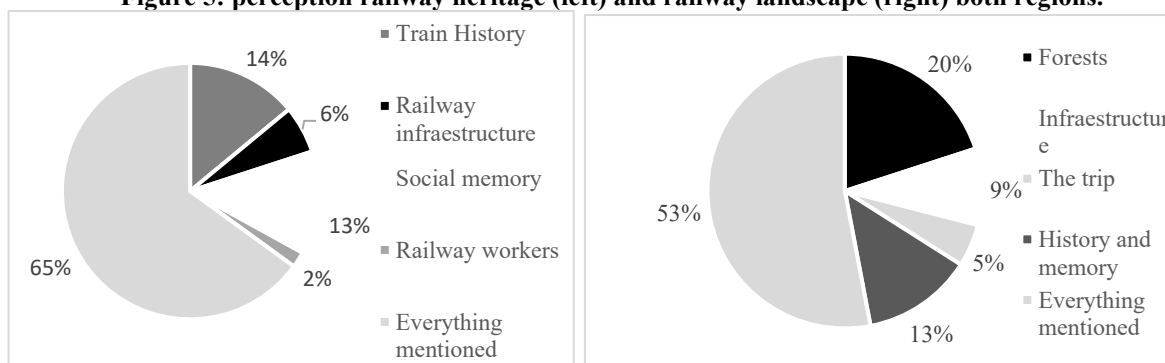
Source: Own elaboration.

In relation to the reason for using the railroad by region, Figure 4 shows six preferences. While Biobío presents a relatively homogeneous dispersion by option (with a higher percentage of preference for the "quiet" option with 22% of the total), La Araucanía concentrates a higher percentage preference for the "budget" option (41%), which is highly valued by users in small towns who see the railroad as an affordable means of transportation and essential in their daily lives because it has stops in the vicinity of their place of residence. It should be noted that 74% of the surveyed users in La Araucanía reside in small or intermediate cities, which have benefited from the public subsidy to the value of the train fare. Regarding the critical nodes, the timetable continues to be an impediment to greater use of the railroad. Of the total number of respondents, 82% indicated that without the train service it would be very difficult to leave their place of residence to other cities.

4.2 Railway Culture

With the objective of knowing how users identify or with what they associate concepts such as railway heritage and landscape, Figure 6 presents variables linked to both concepts.

Figure 5: perception railway heritage (left) and railway landscape (right) both regions.



Source: own elaboration.

In both regions the responses were similar, highlighting the concept of railway heritage variables such as "train history" (14%), "social memory" (13%), "railway infrastructure" (6%) and "railway workers" (2%). Regarding the railway landscape concept, options such as "forests" (20%), "history and memory" (13%), "infrastructure" (9%) and "the trip" (5%), cover the preferred options. However, in both questions the option "everything mentioned" presented an absolute majority. Regarding railway heritage, the response options are in line with the material and immaterial possibility of the railway, as a residue of the industrial heritage. Linked to the railway landscape, there is a perspective centered on the linear observation of the traveler in times of travel, subordinated to the images and sensations of mobility. The level of responses implies considering the railway heritage as the conjunction of elements linked to material (railway infrastructure) and immaterial aspects (railway workers, social memory, traveling by train, forests surrounding the railway line and history).

Table 3. Railway appreciation by region

Araucanía	Strongly Agree	Agree	Undecided	Disagree	Strongly Disagree
On my train rides I have met people and bonded with other passengers.	13%	44%	15%	6%	22%
I feel that the train is very important for the identity and culture of the city where I live.	79%	15%	4%	2%	-
I have friends and relatives who work or have worked on the train.	16%	9%	3%	2%	70%
I think that passenger services should connect more cities in the region.	96%	4%	-	-	-
When I travel by train my memory and family memories are activated.	66%	8%	7%	2%	17%
I think that the train helps small towns to be better connected to the regional capital.	95%	5%			
Biobío	Strongly Agree	Agree	Undecided	Disagree	Strongly Disagree
On my train rides I have met people and bonded with other passengers.	16%	32%	15%	14%	23%
I feel that the train is very important for the identity and culture of the city where I live.	76%	20%	2%	1%	1%
I have friends and family members who work or have worked on the train.	15%	18%	1%	12%	54%
I think that passenger services should connect more cities in the region.	92%	7%	1%	-	-
When I travel by train my memory and family memories are activated.	55%	18%	13%	7%	7%
I think that the train helps small towns to be better connected to the regional capital.	91%	7%	2%	-	-

Source: Own elaboration.

Regarding the railway appreciation linked to the individual-train relationship in daily life, Table 3 highlights the relevance of the train in connecting intermediate and small cities with Temuco and Concepción respectively (statement 5), the need to connect larger intermediate cities with each other (statement 4) and the relevance of the train for the culture and identity of the cities in the regions (statement 2). From the statements and the responses on a Likert scale, the train is a central element in variables such as identity, human networks, connectivity and social memory. Over 65% of the total sample related the railroad in positive terms with each of the variables mentioned, generating a significant correlation. In terms of differences, in Araucanía there is a greater number of users who have friends or relatives who work or worked at EFE (70%), which implies 14% more than in Biobío. The rest of the values and preferences are relatively homogeneous, with percentage changes that do not exceed 10% per option between regions.

5. DISCUSSION

Based on the findings and by way of a discussion of the results, there are three aspects related to the objective of the research. First, there is a profound need for public transportation in small and medium-sized cities in the study areas. The rail services surveyed connect the urban and the rural, blurring static views of the territories and providing new approaches to landscape and rail travel (Romero et al. 2022; Peters, 2024; Harvey, 2020). The results indicate that the impact of the railroad on the daily lives of users transcends its use (travel itself), evoking intimate aspects of people's social lives such as identity, memories and social ties (see Table 3). Each of these aspects is linked to the role of the railroad as a foundational landmark of some of today's cities, but also as a disseminator of cultural, social and economic relations, which allowed the construction of customs and traditions of the territories. It is not by chance that more than one hundred years after its foundation in both regions, it is still alive and present in the memory of the participants, which in the light of the results persists as a mobile device with wide recognition.

Secondly, the impact of the railroad on the landscape and the memory of the territories is observed. In a relatively young country like Chile, with little more than two hundred years of existence, the train is not only a conventional means of transportation (Riquelme et al., 2020; Leiva & Diaz, 2020), rather it synthesizes urban planning, territorial sovereignty and cultural development. In view of the results, passengers of both services perceive the train as a fundamental device for connectivity (especially in small cities) but also as an object with a high symbolic charge (see Figure 5 and Table 3), which ultimately forms part of the local visual landscape. The railroad is seen as a means of transportation that preserves the history of the territories, but due to the suspension and suppression of passenger services experienced by the railroad transportation network in the eighties and nineties, as collateral damage, the cities experienced stagnation, deterioration and abandonment, that is, as the train stopped its services, the inhabitants lost social links and connection with the rest of the territories. This undoubtedly influenced areas that were not addressed by the research but that do explain the phenomenon of the gradual disappearance of the railroad, such as internal migration, poverty and socio-spatial exclusion, problems that the inhabitants of small cities, which in the near past depended on the railroad as a means of connection with the local and national reality, have constantly experienced. Thirdly, the role of the railroad in the promotion, visibility and socio-spatial inclusion of small and medium-sized cities emerges, as spaces historically lagging in territorial development (Morales & Maturana, 2019).

This reality implies considering the railroad as an object that transcends its role as a promoter of displacement to become a promoter of significant social practices of the history and memory of the territories. The need to connect cities through transportation devices with heritage characteristics implies rethinking traditional modes of transportation, which are currently developed with a hegemony linked to time optimization (Urry, 2002). As can be seen in Table 3, the railroad is a device with a strong social role, sustainable and rooted in the memory of the inhabitants. This particularity typical of the territories of the Central South zone of Chile, becomes a challenge for the governments in office, especially because atypical values of modernity converge in the trains, which are related to local culture over the global era; slow travel rhythms over accelerated metropolitan rhythms, railway travel atmospheres that invite dialogue as opposed to the emergence of non-places (Augé, 2017) or intermodality, where anonymity is central.

It is necessary to link the results of the research with the strengthening of the mobility infrastructure available in both regions. While there is an expanding rail network, Intermodal transport available remains deficient, especially in small towns. When planning interurban mobility, it is relevant to consider the ways of life of the population which in this case respond to a context of high social inequality and multidimensional poverty. The right to mobility implies social equity, and the social role of the railway is central, but it is currently in a state of low coverage in relation to the daily travel needs of its users. Additionally, many users express concern about the lack of transportation options between their homes and the stations, especially women, children, and the elderly, who perceive insecurity and poor road conditions.

While the results do not imply a longitudinal view, the collection of data at a specific moment allows us to capture the perceptions of the sample regarding the relevance of the train in their daily lives, which undoubtedly makes it pertinent to delve deeper in the future through the application of in-depth interviews that allow us to explore how they experience the journey and the importance that the train has in people's social lives.

It is important to highlight that lifestyles in both regions share significant similarities with non-metropolitan lifestyles. In both cases, service users share similar opinions about the railway, so quantitatively there are no major differences in terms of needs, aspirations, and life stories, which, according to the results, converge in the type of response. However, the Victoria-Temuco service involves a journey with fewer stops and less congestion, offering a less urban travel environment.

In summary, the results of exploratory cut granted by the present research become substantial to measure the conditions and motives of use of a means of heritage transport, delivering a wide battery of variables (memory, identity, connectivity, social ties, territoriality, railway history, cultural tourism), which may be of interest to be complemented with future qualitative or mixed research both by the research team of the present project, as well as by other researchers and researchers interested in the becoming of industrial heritage and its railway derivation in the XXI century.

6. CONCLUSIONS

The passenger services analyzed, in general terms, are positively valued by their users, despite the need to increase services, coverage and improve travel times. The positive assessment implies the association of the railroad, as a device rooted in local culture, with territorial connection, identity and social memory. Each of these variables is supported by the construction of the railway heritage as a central axis in the socio-territorial promotion of regional capitals and their small towns, which still, and despite its lethargic reinvention, see the train as a central means of transport linked to the development of the territories. The hypothesis is proven, since the railway is a central element in the promotion of identity, recovery of memory and a vector of mobility for the inhabitants of the regions. In terms of concrete impact on public policy, the railway allows for work in two specific areas. On the one hand, there is the promotion of historical memory, focusing on the railway's role in the creation of cities and how this cultural wealth can be absorbed by educational and scientific fields. On the other hand, in the transportation sector, it would be relevant to advance the potential of the railway as a sustainable transportation mechanism. Undoubtedly, this latter aspect requires significant public investment over the medium term.

In both regions studied, medium and small cities are interrelated by means of passenger train services and are a present example of the relevance of the train not only as a fundamental means of public transportation for the accessibility of the population, but also preserving the railway material heritage tradition, although with an evident state of neglect by the governments in power. The train services surveyed constitute relevant parts of the supply of passenger railroads available at the national level and, in some way, supply in their respective territories the demand for greater access to services and goods. The train can become a promoter of socio-territorial equity, and the results of this research indicate the high appreciation and loyalty of citizens to this means of transportation, which is a relevant indicator to consider public policies related to transportation, tourism and urbanism. Based on this reality, and considering the results, the research hypothesis is proven, since the railroad continues to generate social ties, revitalization of memory and recovery of local identity from the railroad. Likewise, the results allow us to characterize sociodemographic the users of both services as inhabitants of small towns and intermediate cities, without major public transport networks available to go to their

places of frequentation.

As a challenge, the results of the research open a crossroads regarding the need for the train in current times. In Chile, during the last decades, the dismantling of the railroads implied a substantial withdrawal of passenger train services, which had a profound impact on the loss of connectivity, cultural tourism and social development of the territories. Although recent governments have managed to give a second wind to this means of transport through the injection of resources and cultural initiatives, it is still pending to revitalize the railroads as moving heritage and tourist devices. As the results of this research indicate, the train is not just one more means of transportation in the long list of existing conventional means of transportation, but rather it is part of the cultural construction of the territories. This double function of the railroad (transport and heritage and tourist character in movement) implies a particular treatment in its problematization phase and presentation of results, where its users are a key piece in the promotion of this heritage typology, since they are protagonists in the processes of revitalization, recovery and activation of the portentous railway infrastructure, even more, when it is an interurban object that is capable of interpreting the history of the territories.

Finally, it opens the possibility to continue investigating the role of railway heritage in current times, leaving as a challenge both for the research team of this project and for those researchers interested in the subject, aspects such as the role of public policy in the treatment of railway heritage in its various artistic and scientific manifestations; the abandonment of railway infrastructure in non-metropolitan territories; the practices of interurban railway mobility in non-metropolitan contexts or the role of social memory in the revitalization of railway heritage and sustainable tourism, which although they were treated, can be deepened through other techniques, procedures or research approaches. The railroad, along with opening roads in a past Chile, in the country of the present requires to be studied or analyzed through the voice of the various social actors who use it to travel, move and move but also from the reasons for use, which are diverse and specific to each territory.

REFERENCES

- Alliende, P. (2001). La Construcción de los Ferrocarriles en Chile 1850-1913. *Revista Austral Ciencias Sociales*, 5, 143-161.
- Arboit, M., Pelagatti, O., & Tagua, O. (2025). Patrimonio territorial en zonas áridas rurales: Vestigios ferroviarios y recursos bioculturales en el sur del sitio Ramsar Lagunas de Guanache, Desaguadero y Del Bebedero, Argentina. *Revista de Geografía Norte Grande*, 91. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022025000200110>
- Augé, M. (2017). *Los no lugares*. Madrid: Gedisa.
- Bogart, A., Xuesheng, Álvarez-Palau, E. Satchell, M., & Shaw-Taylor, L. (2022). Railways, divergence, and structural change in 19th century England and Wales. *Journal of Urban Economics*, 128. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2021.103390>
- Castillo, S. & Mardones, M. (2021). (eds.). *La ciudad en movimiento. Estudios históricos sobre el transporte colectivo y movilidad en Santiago de Chile, siglos XIX y XX*. Santiago de Chile: Universidad Alberto Hurtado.
- Empresa de los Ferrocarriles del Estado (EFE) (s.f). Historia. Recuperado de: <https://www.efc.cl/corporativo/historia/> [Data accessed March 2025].
- Gilabert, M. (2017). Experiencias en la intervención del patrimonio industrial. Estudio comparativo. *Pasos. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 15(2), 459–470. <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2017.15.029>
- Guajardo, G. (2008). *Tecnología, Estado y ferrocarriles en Chile, 1850-1950*. México: Fundación de los Ferrocarriles Españoles.
- Guajardo, G. (2014). Infraestructura y movilidad: Una reflexión histórica comparativa sobre Chile y México, 1840-1980. *Revista de Historia y Geografía*, 30, 155-164. <https://doi.org/10.29344/07194145.30.391>
- Guerrero, R. (2017). Memorias, significados y olvidos en la construcción social del patrimonio ferroviario del Sur de Chile. *Revista Austral de Ciencias Sociales*, 33, 59- 76. <https://doi.org/10.4206/rev.austral.cienc.soc.2017.n33-04>
- Harvey, K. (2020). Engineering Value: The Transandine Railway and the ‘Techno-Capital’ State in Chile at the End of the Nineteenth Century. *Journal of Latin America Studies*, 52(4).

<https://doi.org/10.1017/S0022216X20000632>

- Hernández, R. & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill.
- Hernández, O. (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 37(3),
- Hodgson, C. (2018). The effect of transport infrastructure on the location of economic activity: railroads and post offices in the American West. *J. Urban Econ.*, 104 (2018), 59-76.
- Ibarra, C. (2019). La problemática carrilana en la construcción del ramal ferroviario Talcahuano - Chillán (1869 – 1873). *Revista de historia*, 26(1), 115-148.
- Kuntz, S. (2015). (ed.). *Historia Mínima de la Expansión Ferroviaria en América Latina*. México: Colegio de México.
- Larroulet, M. (2021). Elementos para orientar una reforma del sistema ferroviario chileno. Un comentario a propósito del proceso de liberalización de ferrocarriles en España. *Actualidad Jurídica*, 56, 140-151.
- Leiva, F. & Díaz, P. (2020). Patrimonialización, desarrollo territorial y nuevos modelos de gobernanza. El caso del ramal ferroviario Talca-Constitución en la región del Maule, Chile. *Opera*, 26, 37–53. <https://doi.org/10.18601/16578651.n26.04>
- Marín, S. (1901). *Estudios de los ferrocarriles chilenos*. Santiago de Chile: Cervantes.
- Master, S. (2022). Historical photographs by South African geologist Alexander L. du Toit taken along the Transandine Railway (Argentina-Chile) in 1923. *Andean geology*, 49(2), 288-296.
- Moraga, P. (2009). *Tiempos de trenes, imaginario del ferrocarril en Chile 1860-1960*. Santiago: Ricaaventura.
- Morales, M. & Maturana, F. (2019). Análisis de patrones espaciales en la expansión urbana de ciudades intermedias. El caso de San Fernando, Chile. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 12(24). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu12-24.apee>
- Navarrete, M., & Cerda, G. (2021). Configuración de atractivos turísticos como patrimonio cultural. El caso de las Termas de Chillán y el viaje en el Tren Chico. Región de Ñuble, Chile: 1911 – 1957. *Tiempo Y Espacio*, (46), 70–86. <https://doi.org/10.22320/rte.vi46.5272>
- Peters, G. (2024). Reflexões sobre a construção do patrimônio ferroviário pela perspectiva da memória e da linguagem. *Revista Confluências Culturais*, 13(1), 195– 203. <https://doi.org/10.21726/rcc.v13i1.2420>
- Pizzi, M. & Valenzuela, M. P. (2019). La invisibilidad del patrimonio arquitectónico industrial: Testimonio de nuestro ingreso a la Modernidad y el ex Ferrocarril de Circunvalación de Santiago. *Revista CA*, 142, 38-43.
- Riquelme, H. (2017). El ferrocarril de La Araucanía: ¿patrimonio móvil?. *VIII Jornadas de Investigación en Antropología Social Santiago Wallace*, 8, 530-542.
- Riquelme, H. & Oyarce, F. (2019.) Construcción de la historia reciente del ferrocarril de La Araucanía (Chile) desde la percepción de sus trabajadores. *Sophia Austral*, (24): 5-24. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-56052019000200005>
- Riquelme, H., Canales, J., Azócar, J., & Riquelme, M. (2020). Viajeros interurbanos en un contexto patrimonial ferroviario: evaluación cuantitativa del servicio Regional Victoria-Temuco, Chile. *Revista De Urbanismo*, (43), 63–78. <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.5354/0717-5051.2020.57095>
- Romero, E., Silva, M., De Deus, J. Santana, E., Costa, A., Lara, A., Santos, B., Berata, T., & Bueno, V. (2022). Social valuation of protected cultural assets: the railway heritage between Jundiaí and Campinas (Brazil). *International Journal of Heritage Studies*, 28 (6), 714-732.
- Sang, K., Fontana, G., & Piovan, S. (2022). Assessing Railway Landscape by AHP Process with GIS: A Study of the Yunnan-Vietnam Railway. *Remote Sensing*, 14(3). <https://doi.org/10.3390/rs14030603>
- Tartarini, J., Pell, K., Lloga, R. & Sanabria K. (2017). *Arquitectura ferroviaria de América Latina. Cuba y Argentina*. La Habana: Consejo Nacional de Patrimonio Cultural.
- Torres, C. (2013). Los riesgos por el “abandono cultural” del patrimonio industrial: maestranzas ferroviarias en Chile. *Apuntes*, 26(2), 52–67. Recuperado de
- Urry, J. (2002). “Mobility and proximity. *Sociology*, 36 (2), 255-274.
- Verniory, G. (2005). *Diez años en Araucanía. 1889-1899*. Santiago de Chile: Pehuén.
- Vickerman, R. (2018). Can high-speed rail have a transformative effect on the economy? *Transport Policy*, 62, 31-37. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.03.008>

Acknowledgment

To ANID (Chile) for financing the FONDECYT de Iniciación 11240525 “Patrimonio ferroviario en movimiento. Un enfoque para la comprensión interregional de los servicios de trenes de pasajeros de la zona Centro Sur de Chile (Ramal Talca-Constitución, Tren Laja-Talcahuano y Tren Victoria-Temuco)”. The authors thank the editor and anonymous reviewers for the valuable comments.

From Fire to Light: Technological Innovation and Sustainability in Christmas Celebrations of Domestic Regenerative Tourism

Do Fogo à Luz: Inovação Tecnológica e Sustentabilidade nas Celebrações Natalinas do Turismo Regenerativo Doméstico

Ángel Acevedo-Duque

Programa de Doctorado en Ciencias Sociales, Universidad Autónoma de Chile

angel.acevedo@uautonoma.cl

<https://orcid.org/0000-0002-8774-3282>

Jorge Suárez Campos

Grupo de Investigación de Estudios Organizacionales Sostenibles, Universidad

Autónoma de Chile

jorge.suarez@uautonoma.cl

<https://orcid.org/0000-0002-7080-1423>

Marisela Pilquiman Vera

Universidad Austral de Chile

mariselapilquiman@uach.cl

<https://orcid.org/0000-0001-9851-9668>

Egon Montecinos Montecinos

Universidad Austral de Chile

egon.montecinos@uach.cl

<https://orcid.org/0000-0003-4209-4351>

Lisandro Roco

Centro de Economía para el Desarrollo Sostenible (CEDES), Facultad de Economía,

Negocios y Gobierno, Universidad San Sebastián, Valdivia, Chile

lisandro.roco@uss.cl

<https://orcid.org/0000-0002-6267-8461>

Abstract

This study analyzes the interaction between technological innovation and regenerative, sustainable tourism planning in the Chilean cities of Valparaíso and Iquique. It examines how Christmas celebrations—traditionally centered on fireworks—are being transformed through the adoption of clean technologies such as drone light shows and LED lighting, generating interconnected economic, social, environmental, and governance-related impacts at the local level. Using a qualitative methodology grounded in hermeneutic analysis and grounded theory, discourses from seven key informants representing public, private, and social sectors were analyzed through a process of systematic triangulation. Four interrelated guiding categories emerged: Economic Representation of Domestic Tourism (ERDT), Social Perspectives of Domestic Tourism (SPDT), Environmentally Friendly Domestic Tourism (EFDt), and Technology in Local Sustainable Tourism (TLST). The results reveal that the integration of

sustainable technologies not only reduces perceived environmental and acoustic impacts but also acts as a catalyst for local economic dynamization by strengthening SMEs, generating temporary employment, and increasing visitor flows during the festive period. Simultaneously, these practices foster social inclusion, community participation, and cultural identity, reinforcing collaborative and territorially embedded governance models. Technology emerges as a transversal enabling factor that connects sustainability objectives with data-informed decision-making and innovative tourist experiences. Overall, the findings demonstrate that Christmas tourism can be reconceptualized as a strategic tool for regenerative territorial development when guided by sustainability principles, participatory governance, and technological innovation. This approach contributes to the advancement of multiple Sustainable Development Goals (SDGs), particularly those related to health and well-being, decent work and economic growth, responsible consumption and production, sustainable cities and communities, and climate action.

Keywords: Regenerative sustainable tourism, clean technologies, territorial tourism development, social inclusion, festive events.

JEL: Z32, Q01, R11, Z32, Q01, O33, R11

Resumo

Este estudo analisa a interação entre a inovação tecnológica e o planeamento turístico regenerativo e sustentável nas cidades chilenas de Valparaíso e Iquique. Examina como as celebrações natalinas tradicionalmente centradas no uso de fogos de artifício estão sendo transformadas por meio da adoção de tecnologias limpas, como espetáculos de drones e iluminação LED, gerando impactos inter-relacionados de natureza econômica, social, ambiental e de governança em nível local. Utilizando uma metodologia qualitativa baseada na análise hermenêutica e na teoria fundamentada, foram analisados os discursos de sete informantes-chave provenientes dos setores público, privado e social, por meio de um processo de triangulação sistemática. Emergiram quatro categorias orientadoras inter-relacionadas: Representação Econômica do Turismo Doméstico (ERDT), Perspectivas Sociais do Turismo Doméstico (SPDT), Turismo Doméstico Ambientalmente Responsável (EFDT) e Tecnologia no Turismo Local Sustentável (TLST). Os resultados evidenciam que a integração de tecnologias sustentáveis não apenas reduz de forma percebida os impactos ambientais e acústicos, mas também atua como um catalisador da dinamização econômica local, fortalecendo as PMEs, gerando empregos temporários e aumentando o fluxo de visitantes durante o período festivo. Simultaneamente, essas práticas promovem inclusão social, participação comunitária e fortalecimento da identidade cultural, reforçando modelos de governança colaborativa e territorialmente integrados. A tecnologia emerge como um fator transversal que articula os objetivos de sustentabilidade com a tomada de decisão orientada por dados e a criação de experiências turísticas inovadoras. Em conjunto, os achados demonstram que o turismo natalino pode ser reconceitualizado como uma ferramenta estratégica de desenvolvimento territorial regenerativo quando orientado por princípios de sustentabilidade, governança participativa e inovação tecnológica. Essa abordagem contribui para o avanço de múltiplos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente aqueles relacionados à saúde e bem-estar, trabalho decente e crescimento econômico, consumo e produção responsáveis, cidades e comunidades sustentáveis e ação climática.

Palavras-chave: turismo sustentável regenerativo, tecnologias limpas, desenvolvimento turístico territorial, inclusão social, eventos festivos

JEL: Z32, Q01, R11, Z32, Q01, O33, R11

1. INTRODUCTION

Globally, China has become a benchmark in transitioning to sustainable celebrations by replacing traditional fireworks with drone light shows and LED technology, generating positive multidimensional impacts (Weng et al., 2023). Economically, these innovations have fostered new industries, reduced costs, and created specialized jobs (Fiorentin et al., 2019). Socially, they promote inclusive participation through accessible urban displays and cultural symbols that strengthen community identity. Cities like Shanghai, Xi'an, and Beijing have seen significant reductions in air and noise pollution during large celebrations, aligning with regenerative tourism principles (Vujičić et al., 2022). Christmas, as a peak domestic tourism period, features events that stimulate local economies and promote responsible travel, supporting SDGs 3, 8, and 12 (Acevedo-Duque et al., 2022; UNWTO, 2025).

Economically, domestic tourism during Christmas boosts sectors like hospitality and retail, benefiting SMEs and local entrepreneurs, thus strengthening regional production and reducing inequalities (Acevedo-Duque et al., 2021; Lam-González et al., 2019). Institutional coordination among public, private, and civil actors enhances tourism offerings and resource circulation, consolidating resilient local economies (Picken, 2023; Zhang & Zhang, 2023). Socially, Christmas tourism reinforces community cohesion and belonging through tourist-resident interaction and inclusive event design that accommodates diverse populations (Nguyen & Nguyen, 2023; Wang et al., 2023; Viana-Lora et al., 2023; Elorrieta et al., 2022).

Environmental challenges persist, including pollution and resource overuse, with fireworks harming ecosystems in coastal Chilean cities (MacNeill & Wozniak, 2018; Su et al., 2018; Godovykh et al., 2024). Sustainable alternatives like drone shows and LED lighting, exemplified in Iquique, reduce environmental impacts while delivering compelling spectacles (Hiltunen et al., 2016; Parker et al., 2024; Acevedo-Duque et al., 2022). These innovations support SDGs 11 and 13 and offer economic benefits by lowering costs and optimizing resources (Warner et al., 2023; Gan et al., 2023). Despite advances, research gaps remain regarding institutional influences on economic, social, environmental, and biodiversity effects of domestic Christmas tourism (Lv et al., 2024; Seyfi et al., 2024).

This study addresses: How does the use of sustainable technologies in Christmas celebrations affect economic development, social inclusion, and environmental protection in regional tourism contexts like Valparaíso and Iquique? Focusing on these culturally and ecologically significant cities with diverse management models, the study aims to provide empirical evidence for decision-making aligned with economic growth, social inclusion, and environmental stewardship.

The article is structured into five sections: (1) introduction and research question; (2) literature review on sustainable tourism and territorial development; (3) methodology with qualitative analysis based on grounded theory and Five-Phase Hermeneutic Analysis by González-Díaz et al. (2022).; (4) results; and (5) discussion and conclusions with recommendations for advancing responsible, regenerative Christmas tourism.

2. THEORETICAL CONTEXTUALIZATION

2.1. Economic representation in domestic Christmas tourism

Christmas spectacles offer a strategic opportunity to boost domestic tourism, strengthen local economies, and promote sustainable economic and social practices (Lee, 2021). Their impact goes beyond economics, enhancing social well-being and environmental protection. Harnessing this potential responsibly yields immediate benefits and supports sustainable, equitable development in host communities, aligning festivities with global sustainability goals (Basnyat et al., 2020).

In Chile, the Christmas season is a key period for domestic tourism growth and the valorisation of local cultural traditions (Christou & Pericleous, 2023). Themed events and spectacles are recognized as catalysts for the Sustainable Development Goals (SDGs) (Yasir et al., 2024), particularly SDG 3 (Good Health and Well-being), SDG 8 (Decent Work and Economic Growth), and SDG 12 (Responsible Consumption and Production), given their influence on social well-being, inclusive economic growth, and responsible resource use (see Figure 1).

Figure 1. New Year 2025 in Iquique, Tarapacá Region, Chile.



Source: Municipal Council of Iquique, Drone Festival for New Year 2025 in Iquique, Tarapacá Region, Chile.

2.2. Economic and social perspectives on domestic Christmas tourism

Christmas festivities in Chile generate significant economic spillovers, particularly benefiting small and medium-sized enterprises (SMEs) that supply products and services to local and national tourists (Báez-Montenegro et al., 2016). Events such as Christmas fairs and artisanal markets provide vital platforms for local entrepreneurs to increase income and strengthen regional value chains, fostering economic dynamism that contributes to reducing socioeconomic disparities and promoting inclusive growth (Acevedo-Duque et al., 2022; UNWTO).

From a social standpoint, festive celebrations reinforce community ties and social cohesion by creating accessible, diverse spaces that encourage interaction between tourists and residents, thus fostering cultural pride and a sense of belonging (Lee, Han, & Ko, 2020; Mora-Rivera, Cerón-Monroy, & García-Mora, 2019). Active community participation in event organization enhances social integration and ensures that benefits extend beyond economic gains (Lv, 2024).

Moreover, Christmas events promote social inclusion by actively involving marginalized groups such as older adults, people with disabilities, and Indigenous communities in planning and execution. This approach strengthens diversity and equity while enriching the cultural experience and empowering these groups to showcase their contributions to social and cultural life (Seyfi et al., 2024; Zhao, Jiang, & Ke, 2023) (see Figure 2).

Figure 2. Cavanha Beach, Tarapacá Region, Chile



Source: Municipal Council of Iquique, Cavanha Beach, Tarapacá Region, Chile.

2.3. Social and environmental challenges in festive domestic tourism

Festive celebrations, including Christmas events, face social challenges such as cultural gentrification and the unintended exclusion of certain groups due to economic or social barriers (Zhao, 2022). Addressing these requires a conscious, participatory approach that promotes inclusive, affordable access policies, enabling Christmas festivities to evolve into socially responsible models prioritizing collective well-being and equitable benefit distribution (Zhang et al., 2024).

Environmental concerns are also prominent. Traditional fireworks contribute significantly to air and noise pollution and negatively affect local wildlife (Dong & Wu, 2013). Sustainable alternatives like drone and LED light shows offer visually captivating experiences with reduced environmental impact (He, 2012), aligning with SDG 11 (Sustainable Cities and Communities) and SDG 13 (Climate Action).

A notable case is Valparaíso, Chile, where the iconic fireworks display has sparked debate over its environmental consequences (Kallou, Kikilia, & Kalogiannakis, 2023), prompting the search for sustainable options that balance cultural preservation with environmental responsibility (Acevedo-Duque, 2022). Similarly, Iquique has adopted drone shows as a cost-effective, sustainable alternative, illustrating how technological innovation supports sustainable tourism (see Figure 3).

Figure 3. New Year 2025 Fireworks Festival, Coastline of Valparaíso and Viña del Mar, Chile.



Source: Puranoticia.cl, New Year 2025 Fireworks Festival, Coastline of Valparaíso and Viña del Mar, Chile.

2.4. Institutional, economic, and technological dimensions of Christmas domestic tourism

There is a notable research gap regarding how institutional and economic factors affect Christmas tourism, particularly in balancing growth with natural resource protection (Pegkas, 2020). While this tourism fosters local development, it also increases waste and ecological pressure. The absence of studies on regulatory quality and environmental standards limits the development of effective policies.

At the same time, technology offers tools to improve sustainability and manage tourism flows. Digital platforms and mobile apps increase destination visibility, support real-time decision-making, and promote lesser-known areas (Fiorentin et al., 2019). Tools like Google Maps and Airbnb Experiences enable tourists to access curated content and connect directly with local providers, reinforcing the circular economy and supporting more balanced and responsible domestic tourism (see Figure 4).

Figure 4. New drone show featuring the figure of El Longino and the coat of arms of the Municipality of Iquique



Source: Soy del Norte Daily, El Longino, 2025.

2.5. Drones and immersive technologies in the promotion of domestic tourism

The use of drones in major events like New Year's Eve is transforming domestic tourism promotion by delivering synchronized aerial shows that highlight cultural and touristic identity (Weng et al., 2023). These performances, shared widely on platforms like Instagram and TikTok, generate viral visual content that attracts attention both on-site and online.

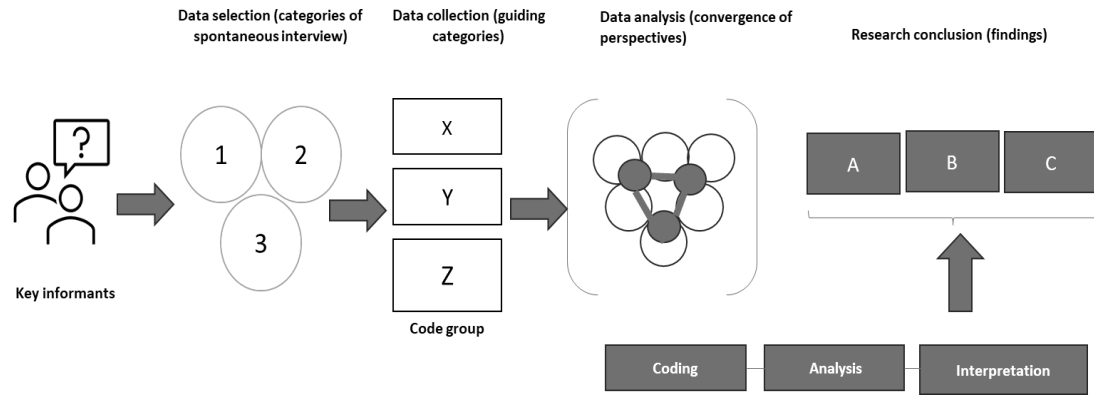
According to Weng et al. (2023), such innovations boost interest and trust in destinations, increasing visitor numbers while reducing noise and air pollution positioning drone shows as sustainable, high-impact promotional tools. Virtual reality (VR) and augmented reality (AR) also enhance domestic tourism by offering immersive previews of historical sites, museums, and natural parks. Vujičić et al. (2022) note that these technologies enrich educational and cultural engagement, support itinerary planning, and foster deeper emotional connections with destinations.

3. METHODOLOGY

This study employed a qualitative approach grounded in the post-positivist grounded theory method developed by Strauss and Corbin (1990), with the aim of constructing a substantive theory that explains the phenomenon under investigation. An emergent and inductive research design was applied, reconstructing the lived experiences of the participants within their natural settings.

In its initial phase, the research followed the hermeneutic analysis pathway structured in five stages, as proposed by González-Díaz et al. (2022). This hermeneutic approach enabled a deep and context-sensitive analysis of the cultural and organizational dynamics associated with scientific research, thereby enhancing the understanding of the factors that drive the generation and dissemination of knowledge in the fields of tourism and sustainability (see Figure 5).

Figure 5. Phases of hermeneutic analysis applied in the study.



Source: Five-Phase Hermeneutic Analysis by González-Díaz et al. (2022).

Phase 1. The study addresses the key research question by challenging different problem approaches and guiding the research direction. The methodology was applied according to the informants' perspectives on each specific topic.

Phase 2. Spontaneous Categorical Interviews (SCI). The construction of SCIs is based on three approaches that direct the research throughout the analysis; these were applied through the collection of information extracted from the informants' discourse on social networks and the press, with the aim of determining the guiding categories.

Phase 3. Guiding Categories (GC). The coding of quotations was performed considering responses from seven key informants from the public, private, and social sectors, grouping them into three approaches: Economic Representation in Domestic Tourism (ERDT), Social Perspectives of Domestic Tourism (SPDT), Environmentally Unfriendly Domestic Tourism (EUDT), and Technology in Local Sustainable Tourism (TLST). The distribution of the unit of analysis is presented below, resulting in the creation of an Explanatory Model for the Sustainable Development of Local Tourism (see Table 2).

Phase 4. Convergence (C). Informants' convergence was grouped according to the guiding categories through quotations and open coding, establishing a semantic network highlighting the rooting and density of each category.

Phase 5. Analysis and Interpretation of Results (AIR). Using the discourses, spatial networks were generated that enriched the relevant information provided by the key informants, fostering new theory for knowledge management.

3.1. Unit of analysis

The unit of analysis consisted of key informants selected through purposive sampling, in accordance with the principles of qualitative research and grounded theory (Strauss & Corbin, 1990; González-Díaz et al., 2022). A total of seven participants ($n = 7$) were included, whose public and professional discourses represent diverse institutional sectors directly involved in the planning, regulation, and implementation of tourism activities associated with Christmas celebrations in Valparaíso and Iquique. The sample comprised local government representatives, tourism and cultural event organizers, and actors from the gastronomy and hospitality sectors, all of whom play relevant roles in territorial tourism dynamics.

The inclusion criteria were: (i) holding decision-making, coordination, or operational roles related to tourism, cultural events, or territorial development; (ii) having a minimum of five years of professional experience in domestic tourism or festive events; (iii) direct involvement in the organization of Christmas celebrations or other large-scale events; and (iv) the ability to provide informed, practice-based discourse (Ordóñez Ordóñez & Quiroga Coronel, 2023). Exclusion criteria included individuals without direct involvement in decision-making processes, those with less than five years of experience, or actors whose participation in festive activities was occasional or peripheral (Manzano Núñez & García Perdomo, 2016).

The diversity of institutional profiles enabled analytical triangulation, allowing the economic, social, environmental, and technological dimensions of Christmas tourism to be examined from

complementary perspectives (Lv et al., 2024). Data were collected through semi-structured interviews and focus groups, facilitating in-depth exploration of discourses and practices related to sustainable festive tourism (Reyes, 2012). The sample size was determined by theoretical saturation, evidenced by the recurrence of emergent categories (see Table 1). While the findings are context-specific to Valparaíso and Iquique (Aignerren, 2009), they offer analytical and theoretical transferability to territories with comparable institutional, cultural, and environmental characteristics.

Table 1

Institution Represented	Region	Sector	Identity code
Representative of the Municipality of Valparaíso Valparaíso Public	Valparaíso Region	Public	IC-1
Representative of the Municipality of Viña del Mar	Valparaíso Region	Public	IC-2
Representative of the Municipality of Viña del Mar	Valparaíso Region	Public	IC-3
Representative of the Hotel Guild	Valparaíso Region	Private	IC-3
Representative of the Municipality of Iquique	Tarapacá Region	Public	IC-4
Representative of the Chamber of Commerce and Tourism of Viña del Mar	Valparaíso Region	Public	IC-5
Representative of the Chamber of Commerce and Tourism of Iquique	Tarapacá Region	Public	IC-6

Source: Own elaboration

3.2. Ethical criteria

Qualitative validity and methodological integrity were ensured through the application of data triangulation strategies, reflexivity, and verification of theoretical saturation (De Masi et al., 2021). Feedback was provided to participants to corroborate the coherence and credibility of the findings, and a continuous reflexivity approach was adopted to minimize biases and ethically influence the research process. Additionally, information was obtained from publicly available data on major social networks of companies belonging to competent organizations, ensuring compliance with ethical principles according to the Declaration of Helsinki. Confidentiality of information was protected by storing data on a restricted-access server.

4. RESULTS

Based on the analysed units from key informants who responded to the semi-structured interviews, the scientific evidence shows that these local events strengthen tourism and promote sustainable political, legal, economic, social, ecological, and technological activities. Consequently, an explanatory model was developed that conceptualizes local development for sustainable tourism across four components (or factors): Economic Representation in Domestic Tourism (ERDT), Social Perspectives of Domestic Tourism (SPDT), Environmentally Friendly Domestic Tourism (EFDT), and Technology in Local Sustainable Tourism (TLST) (See Table 2). The impact of local tourism is monitored by applying standards of transparency and accountability in management (See figure 6).

4.1. Results: discourse on economic representation in domestic tourism (ERDT)

The results related to the Economic Representation of Domestic Tourism (ERDT) reveal a clear convergence between the discourses of key informants, the empirical findings of the study, and the evidence reported in the specialized literature on domestic tourism and territorial development (Thurmond, V. A. 2001). The triangulation of these sources shows that Christmas celebrations act as a local economic driver, positively impacting sectors such as commerce, hospitality, and gastronomy, as well as strengthening small and medium-sized enterprises through fairs and festive

events (Báez-Montenegro et al. 2016, Lam-González et al. 2019). Additionally, the generation of temporary employment and labour inclusion of vulnerable groups are identified as recurring effects of these activities, together with the relevance of incorporating economic indicators such as tourist expenditure, hotel occupancy, and service demand to assess the real impact of celebrations (Basnyat et al. 2020, Nguyen & Nguyen 2023). Complementarily, the results indicate that public strategies aimed at promoting domestic tourism contribute to economic decentralization and the diversification of regional income, reinforcing the role of Christmas tourism as an instrument of territorial development (Pegkas 2020, Zhang & Zhang 2023, Seyfi et al. 2024).

"Christmas tourism drives local growth by energizing sectors such as commerce, hospitality, and gastronomy." IC-2.

"Measuring tourism expenditure, hotel occupancy, and service demand enables evaluation of the real impact of celebrations." IC-5.

"Fairs and festive events directly benefit entrepreneurs and small businesses, strengthening the community economy." IC-1.

"Christmas activities create temporary jobs and promote labour inclusion in vulnerable sectors." IC-3.

"Public strategies promoting domestic tourism help decentralize the economy and diversify regional income." IC-4.

4.2. Results: social perspectives of domestic tourism (SPDT)

The results related to the Social Perspectives of Domestic Tourism (SPDT) reveal a consistent convergence between the discourses of key informants, the empirical evidence gathered in this study, and the existing literature on domestic tourism, social cohesion, and community development (Thurmond, V. A. 2001). The triangulation of these sources shows that Christmas celebrations function as inclusive social spaces that foster interaction among diverse social groups, strengthen community participation, and reinforce local identity (Lee, Han & Ko 2020, Viana-Lora, et al 2023, Zhao 2022). Moreover, the findings highlight the role of domestic tourism in revitalizing cultural traditions and promoting accessible event designs that enable equitable participation, thereby contributing to social inclusion and community cohesion dimensions widely recognized in studies on socially sustainable tourism (Mora-Rivera, Cerón-Monroy & García-Mora 2019; Viana-Lora et al., 2023; Seyfi et al., 2024).

"Christmas celebrations integrate people from different social backgrounds, fostering inclusive coexistence spaces." IC-1.

"Local communities actively engage in event planning and execution, strengthening the sense of belonging." IC-6.

"Domestic tourism revitalizes traditions and cultural expressions, reinforcing host community identity." IC-5.

"The celebrations encourage interaction between residents and visitors, generating social ties and community cohesion." IC-3.

"Accessible festival design enables people with diverse abilities and conditions to participate on equal terms." IC-2.

4.3. Results: environmentally friendly domestic tourism (EFDT)

The results associated with Environmentally Friendly Domestic Tourism (EFDT) reveal a clear convergence between the discourses of key informants, the empirical evidence obtained in this study, and the existing literature on sustainable tourism and environmental governance (Thurmond, V. A. 2001). The triangulation of these sources indicates that the incorporation of clean technologies in Christmas celebrations promotes environmentally respectful practices, contributing to the reduction of negative impacts on natural ecosystems (Hiltunen, Pitkänen & Halseth 2016, Godovykh, Alvarez & Fyall 2024). The findings highlight that sustainable actions implemented during festive events support biodiversity conservation and ecosystem protection, particularly in environmentally sensitive areas (MacNeill & Wozniak 2018, Elorrieta et al. 2022). Moreover, the

results show that the use of drones and LED lighting represents an effective alternative to traditional fireworks, significantly reducing air, noise, and light pollution (Fiorentin, Bettanini & Bogoni 2019, Weng et al. 2023). In addition, the evidence emphasizes the importance of compliance with environmental regulations to safeguard parks and ecologically valuable areas, as well as the role of Christmas tourism as a platform for raising public awareness about environmental care and responsible behavior among residents and visitors (He 2012, Dong & Wu 2013, Pegkas 2020, Warner et al. 2023).

"Christmas tourism with clean technologies promotes celebrations respectful of the natural environment." IC-2.

"Sustainable actions during festivities help preserve biodiversity and local ecosystems." IC-5.

"The use of drones and LED lighting reduces pollution, replacing harmful practices such as fireworks." IC-3.

"Celebrations must comply with environmental regulations to protect parks and ecologically valuable areas." IC-4.

"Christmas activities offer opportunities to raise public awareness about environmental care." IC-6.

4.4. Results: technology in local sustainable tourism (TLST)

The results related to Technology in Local Sustainable Tourism (TLST) demonstrate a strong convergence between the discourses of key informants, the empirical evidence of the study, and the existing literature on technological innovation and sustainable tourism management (Thurmond, V. A. 2001). The triangulation of these sources indicates that the integration of technologies such as drones, LED lighting, digital platforms, mobile applications, and immersive tools contributes to the transformation of festive events into more responsible, efficient, and engaging experiences (Vujičić et al. 2022, Weng et al. 2023). The findings show that digital tools support more sustainable event organization by optimizing resources and improving operational efficiency, while applications based on augmented reality enhance visitor experiences without generating physical pressure on the environment (Fiorentin, Bettanini & Bogoni 2019, Gan et al. 2023, Zhang & Zhang 2023). In addition, the results highlight the role of technology in monitoring key environmental variables during mass events, enabling better decision-making and environmental control (Parker et al. 2024, Kallou, Kikilia & Kalogiannakis 2023). Finally, the evidence suggests that investment in sustainable technological systems strengthens destination competitiveness and reinforces long-term environmental commitment within local tourism governance frameworks (Fiorentin et al. 2019, Godovykh, Alvarez & Fyall 2024, Warner et al. 2023).

"Drones and LED lighting transform celebrations into responsible and engaging experiences." IC-3.

"Digital tools enable more efficient and sustainable event organization, optimizing resources." IC-6.

"Apps and augmented reality enrich visitor experience without causing physical impact on the environment." IC-2.

"Technology facilitates the monitoring of key environmental variables during mass events." IC-1.

"Investment in sustainable technological systems strengthens destination competitiveness and environmental commitment." IC-4.

4.5. Results: hermeneutic approach, guiding categories, and category code groups for domestic tourism analysis.

Table 2 presents the analytical structure derived from the hermeneutic and grounded theory-based approach applied in this study (Strauss and Corbin 1990). The table systematizes the relationship between the hermeneutic approach, the guiding categories, and the corresponding category code groups that emerged from the iterative coding process. Through open, axial, and

selective coding, the empirical data were organized into four core dimensions economic, social, ecological, and technological reflecting the multidimensional nature of domestic tourism in festive contexts (González-Díaz et al. 2022). This structure provides analytical transparency and demonstrates how the empirical evidence supports the construction of an explanatory model for sustainable local tourism development, ensuring coherence between the methodological design, the results, and the proposed action-oriented framework (See Table 2).

Table 2. Hermeneutic Approach, Guiding Categories, and Category Code Groups for Domestic Tourism Analysis.

Hermeneutic Approach	Guiding Category	Category Code Group	Authors
Political/Economic Activities	Economic Representation in Domestic Tourism (ERDT)	• Economic development • Economic indicators in domestic tourism • Economic impact of tourism on local communities • Job creation in the domestic tourism sector • Economic policy and domestic tourism	Lee (2021); Pegkas (2020); Sharpley (2020); Acevedo-Duque et al. (2022); UNWTO (2023)
Social Activities	Social Perspectives of Domestic Tourism (SPDT)	• Social inclusion in tourism. • Community participation in tourism activities. • Cultural impact of tourism on local communities. • Social dynamics generated by domestic tourism • Equality and accessibility in domestic tourism activities.	Seyfi et al. (2024); Viana-Lora et al. (2023); Richards (2018); Moscardo (2020); Higgins-Desbiolles (2018)
Ecological Activities	Environmentally Friendly Domestic Tourism (EFDT)	• Ecological sustainability. • Environmental conservation in local tourist destinations. • Low ecological impact tourism. • Sustainable tourism practices in protected areas. • Environmental education for local tourists.	MacNeill & Wozniak (2018); Weng et al. (2023); Buckley (2012); Gössling et al. (2021); UNEP (2022)
Technological Activities	Technology in Local Sustainable Tourism (TLST)	• Use of innovative technologies to promote sustainable tourism. • Digital platforms for local tourism management. • Technological applications to enhance the tourist experience. • Environmental monitoring and technology in tourism. • Sustainable technological infrastructure in local tourist destinations.	Vujičić et al. (2022); Gan et al. (2023); Gretzel et al. (2015); Buhalis & Amaranggana (2015); Neuhofer et al. (2015)

Source: Own elaboration

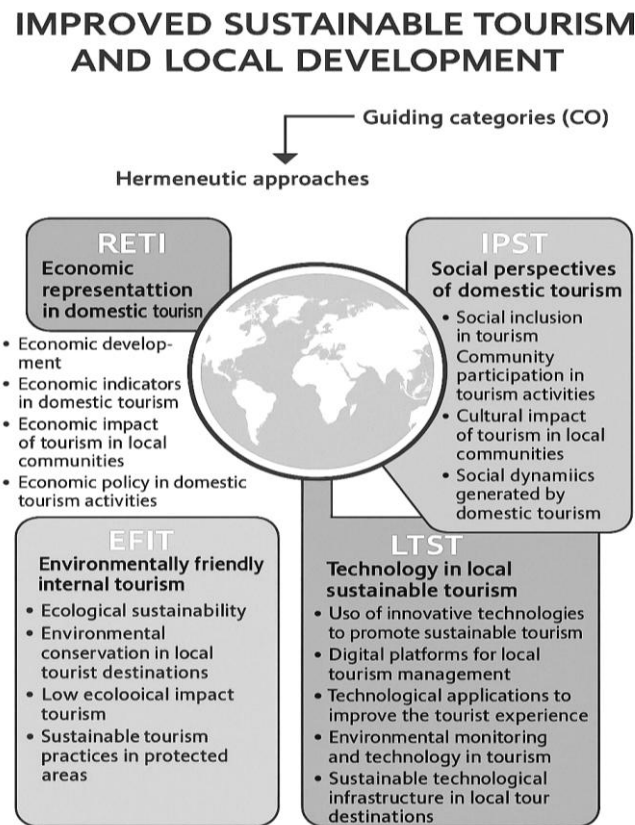
4.6. Results: action model derived from grounded theory

From the perspective of grounded theory, the results of this study enable the construction of an action-oriented model for sustainable local tourism development, emerging from the systematic convergence of key informants' discourses, empirical evidence, and the process of axial and selective coding proposed by Strauss and Corbin (1990). The articulation of the four guiding categories Economic Representation of Domestic Tourism (ERDT), Social Perspectives of Domestic Tourism (SPDT), Environmentally Friendly Domestic Tourism (EFDT), and Technology in Local Sustainable Tourism (TLST) forms a dynamic and interdependent system that explains how Christmas celebrations operate as spaces of territorial action.

Within this model, local economic dynamization and the strengthening of SMEs (Lee, 2021; Acevedo-Duque et al., 2022) are intertwined with processes of social cohesion, community participation, and cultural identity (Viana-Lora et al., 2023; Seyfi et al., 2024), while the adoption of clean technologies and responsible practices contributes to environmental protection and the conservation of local ecosystems (MacNeill & Wozniak, 2018; Weng et al., 2023). Transversally, technology functions as an articulating axis of the model, facilitating resource optimization,

environmental monitoring, and the enhancement of the tourist experience without physical pressure on the territory (Vujičić et al., 2022; Gan et al., 2023). Taken together, these dimensions constitute an explanatory and operational model that guides tourism governance and decision-making from a regenerative, participatory, and sustainable perspective, consistent with the principles of grounded theory by emerging directly from empirical relationships observed in the analysed territorial context and aligning with contemporary approaches to sustainable tourism development (Pegkas, 2020; Picken, 2023) (See figure 6).

Figure 6. Hermeneutic Approach and Guiding Categories with Code Groups Developed by the Authors, 2025.



Source: Own elaboration "Explanatory Model for the Sustainable Development of Local Tourism".

4.7. Results: incorporation of qualitative impact indicators

In line with the qualitative approach and grounded theory, the study incorporates approximate impact indicators constructed from the informed perceptions of key actors, discursive recurrence, and theoretical saturation. These indicators are not intended to provide statistical quantification but rather to evidence empirical trends observed across the economic, social, and environmental dimensions of Christmas tourism. The main impacts identified include the perceived strengthening of local SMEs, the increase in visitor flows during the festive period, the perceived reduction in air and noise pollution associated with the replacement of fireworks with drone shows and LED lighting, and the enhancement of social cohesion and community participation in event organization. These qualitative indicators reinforce the empirical consistency of the findings and enable their linkage to practical implications and the 2030 Agenda (See table 3).

Table 3

Guiding Category	Empirical Evidence (Qualitative Indicators)	Practical Implications	Related SDGs	Supporting Authors
Economic Representation in Domestic Tourism (ERDT)	• Perceived increase in domestic visitors during the Christmas period • Strengthening of local SMEs and temporary job creation • Increased demand for gastronomy, accommodation, and local services	• Strengthening of local economic resilience • Evidence-based planning for festive tourism • Promotion of inclusive territorial economic development	SDG 8 (Decent Work and Economic Growth) SDG 11 (Sustainable Cities and Communities)	Sharpley (2020); Lee (2021); Pegkas (2020); Acevedo-Duque et al. (2022); UNWTO (2023)
Social Perspectives of Domestic Tourism (SPDT)	• Increased community participation in event organization • Strengthened sense of belonging and cultural identity • Improved accessibility and social inclusion in festive activities	• Design of inclusive and participatory tourism models • Reinforcement of social cohesion and community empowerment • Promotion of social innovation in tourism governance	SDG 3 (Good Health and Well-being) SDG 10 (Reduced Inequalities) SDG 11 (Sustainable Cities and Communities)	Higgins-Desbiolles (2018); Richards (2018); Moscardo (2020); Seyfi et al. (2024); Viana-Lora et al. (2023)
Environmentally Friendly Domestic Tourism (EFDt)	• Perceived reduction in air and noise pollution • Lower disturbance of coastal and urban ecosystems • Increased environmental awareness among residents and visitors	• Adoption of clean technologies in festive events • Biodiversity protection and ecosystem conservation • Integration of environmental education into tourism practices	SDG 12 (Responsible Consumption and Production) SDG 13 (Climate Action) SDG 15 (Life on Land)	Buckley (2012); Gössling et al. (2021); MacNeill & Wozniak (2018); Weng et al. (2023); UNEP (2022)
Technology in Local Sustainable Tourism (TLST)	• Improved efficiency in event organization and resource use • Enhanced visitor experience without physical pressure on the territory • Environmental monitoring during mass events	• Strengthening smart and sustainable tourism governance • Data-informed decision-making • Increased destination competitiveness and innovation capacity	SDG 9 (Industry, Innovation and Infrastructure) SDG 11 (Sustainable Cities and Communities)	Buhalis & Amaranggana (2015); Gretzel et al. (2015); Vujičić et al. (2022); Gan et al. (2023); Godovykh et al. (2024)

Source: Authors' own elaboration based on empirical data.

5. DISCUSSION

The findings of this study demonstrate that Christmas domestic tourism, when strategically guided by principles of sustainability, territorial planning, and technological innovation, can function as a catalyst for regenerative regional development, rather than merely as a seasonal economic activity (Acevedo-Duque et al., 2022; Higgins-Desbiolles, 2018). From a grounded theory perspective, the results reveal an interconnected system in which economic, social, environmental, and technological dimensions mutually reinforce one another, supporting the emergence of an action-oriented model for sustainable local tourism governance.

From the economic dimension (ERDT), the results confirm that Christmas celebrations significantly contribute to local economic dynamization by strengthening SMEs, generating temporary employment, and stimulating commerce, hospitality, and service sectors. These findings are consistent with previous studies highlighting domestic tourism as a stabilizing force for local economies, particularly in contexts vulnerable to external shocks (Sharpley, 2020; Lee, 2021; UNWTO, 2023). Moreover, the incorporation of economic indicators into tourism planning aligns with evidence-based governance approaches, enabling more efficient allocation of resources and improved monitoring of territorial economic impacts (Pegkas, 2020). This reinforces the notion that festive tourism, when properly managed, transcends short-term consumption and contributes to sustained local value creation.

In the social dimension (SPDT), the study highlights how Christmas tourism fosters social inclusion, community participation, and cultural revitalization. The active involvement of local communities in the design and execution of events strengthens social capital, reinforces collective identity, and enhances the sense of belonging among residents and visitors alike. These findings align with the literature on community-based and socially sustainable tourism, which emphasizes participation, accessibility, and cultural continuity as key drivers of human development (Basnyat et al., 2020; Moscardo, 2020; Seyfi et al., 2024). Furthermore, the emphasis on equality and accessibility contributes to the democratization of tourism experiences, supporting broader social justice and inclusion agendas within domestic tourism frameworks (Higgins-Desbiolles, 2018; Richards, 2018).

From an environmental perspective (EFDT), the results corroborate that the adoption of clean technologies such as drones and LED lighting represents a viable and effective alternative to environmentally harmful practices like fireworks. This transition significantly reduces atmospheric, acoustic, and ecological impacts, particularly in sensitive coastal and urban ecosystems. These findings are consistent with prior research emphasizing the role of low-impact tourism practices and environmental regulation in protecting biodiversity and promoting ecological sustainability (Buckley, 2012; Gössling et al., 2021; Weng et al., 2023). In contexts such as Iquique, where the negative effects of fireworks on coastal biodiversity have been documented, the study provides empirical support for policy shifts toward environmentally responsible celebration models (Elorrieta et al., 2022). Additionally, the role of festive events as platforms for environmental education reinforces their potential to promote pro-environmental awareness and behavioural change among local populations (UNEP, 2022).

Finally, the technological dimension (TLST) emerges as a transversal and coordinating factor within the proposed model. The integration of digital platforms, environmental monitoring systems, and immersive technologies enhances both operational efficiency and visitor experience, while minimizing physical pressure on destinations. These results are aligned with the smart and sustainable tourism literature, which identifies technology as a key enabler of data-driven, adaptive, and resilient tourism governance (Buhalis & Amaranggana, 2015; Gretzel et al., 2015; Vujičić et al., 2022). Moreover, recent studies highlight that technological innovation not only improves management capacities but also strengthens destination competitiveness and long-term environmental commitment (Godovykh et al., 2024; Gan et al., 2023). In this sense, technology acts as an integrative mechanism that connects economic performance, social inclusion, and environmental stewardship within a unified sustainability framework.

Overall, the discussion demonstrates that Christmas domestic tourism, when approached through an integrated and grounded theoretical lens, constitutes a multidimensional development strategy rather than an isolated festive phenomenon. The study contributes to the literature by empirically substantiating a holistic model of sustainable local tourism that is context-sensitive, participatory, and technologically enabled, offering valuable insights for policymakers, destination managers, and scholars concerned with the future of domestic and festive tourism systems.

6. CONCLUSIONS, CONTRIBUTIONS, AND FUTURE RESEARCH DIRECTIONS

The objective of this research was to analyse how Christmas domestic tourism, when implemented through a strategic, sustainable, and territorially grounded approach, can contribute to regenerative local development. Using a qualitative methodology supported by a grounded theory framework, the study examined the economic, social, environmental, and technological dimensions of festive tourism in the cities of Valparaíso and Iquique, with the aim of understanding its potential as a tool for sustainable tourism governance.

The results allow us to conclude that Christmas tourism, when properly planned and managed, can function as a significant catalyst for regenerative territorial development rather than merely a seasonal cultural activity. The cases of Valparaíso and Iquique demonstrate that it is possible to transition from traditional celebration models toward more conscious, inclusive, and environmentally respectful practices. The incorporation of clean technologies such as drones and LED lighting not only reduces environmental and acoustic impacts but also optimizes resources and innovatively enhances the tourist experience. From an economic perspective, festive events stimulate local commerce, strengthen small and medium-sized enterprises, and generate temporary employment, particularly benefiting vulnerable sectors. Socially, the findings reveal increased inclusion and community participation, reinforcing cultural identity, social cohesion, and a sense of territorial belonging.

In this sense, the study makes several key contributions. First, it provides empirical evidence that positions Christmas domestic tourism as a multidimensional development strategy aligned with sustainability principles. Second, it expands the sustainable tourism literature by integrating festive events as strategic territorial resources, particularly from a Latin American context that remains underrepresented in global tourism research. Third, the study highlights the transversal

role of technology as an enabling factor for sustainable, inclusive, and data-driven tourism governance. Collectively, these contributions demonstrate that Christmas tourism can support progress toward multiple Sustainable Development Goals (SDGs 3, 8, 11, 12, and 13) by reframing celebrations through territorial, technological, and participatory perspectives.

6.1 Limitations

Despite the relevance of the findings, several limitations should be acknowledged. First, the study focuses exclusively on two Chilean cities, which limits the generalizability of the results to other national or international contexts. Second, due to the qualitative nature of the methodology, the economic, social, and environmental impacts were not directly quantified, highlighting the need for complementary mixed-methods or quantitative approaches. Finally, the analysis was limited to a single festive period (Christmas), without considering seasonal variations or other types of cultural celebrations that may exhibit different dynamics.

6.2 Implications

The implications of this research extend across academic, institutional, and practical domains. Academically, the study contributes to the advancement of sustainable tourism theory by incorporating technological innovation, social inclusion, and participatory governance within a grounded and context-sensitive framework. Institutionally, the findings underscore the importance of designing public policies that integrate sustainability, technology, and cultural planning in the management of domestic tourism, particularly during periods of high tourist demand. From a practical perspective, the results offer evidence-based guidance for local governments, community organizations, and private stakeholders to adopt festive event models that are more efficient, environmentally responsible, and socially inclusive.

6.3 Future Research Directions

Building on the findings and limitations of this study, several avenues for future research are identified. First, comparative studies across different cities, countries, or cultural contexts would allow for validation and refinement of the proposed model of sustainable festive tourism. Second, future research could incorporate quantitative or mixed methods approaches to measure the economic, social, and environmental impacts identified qualitatively in this study. Third, longitudinal analyses examining multiple festive seasons or different types of celebrations would provide deeper insights into temporal dynamics and long-term sustainability outcomes. Finally, further exploration of emerging technologies such as artificial intelligence, smart tourism systems, and real-time environmental monitoring could enhance understanding of how digital innovation can further strengthen sustainable tourism governance.

REFERENCES

- Acevedo-Duque, Á.; Prado-Sabido, T.; Gomes Ramires, T.; Ovalles-Toledo, L.V.; Sandoval Barraza, L.A (2022) New Year's Eve Show: An Opportunity to Further Develop Sustainable Local Tourism in Chile. *Sustainability* 2022, 14, 3962. <https://doi.org/10.3390/su14073962>
- Acevedo-Duque, Á.; Gonzalez-Díaz, R.; Vega-Muñoz, A.; Fernández Mantilla, M.M.; Ovalles-Toledo, L.V.; Cachicatari-Vargas, E. The Role of B Companies in Tourism towards Recovery from the Crisis COVID-19 Inculcating Social Values and Responsible Entrepreneurship in Latin America. *Sustainability* 2021, 13, 7763. <https://doi.org/10.3390/su13147763>
- Aignerren, M. (2009). La técnica de recolección de información mediante grupos focales. *La Sociología En Sus Escenarios*, (6). Recuperado a partir de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ceo/article/view/1611>

Basnyat, S., Shrestha, S., Shakya, B., Byanjankar, R., & Basnyat, S. (2020). Domestic tourism in Nepal: issues and challenges. *Tourism Review International*, 24(1), 37-49. DOI10.3727/154427220X15791346544770

Báez-Montenegro, A., Centeno, A. B., Lara, J. Á. S., & Prieto, L. C. H. (2016). Contingent valuation and motivation analysis of tourist routes: Application to the cultural heritage of Valdivia (Chile). *Tourism Economics*, 22(3), 558-571.10.5367/te.2015.0459

Christou, P. A., & Pericleous, K. (2023). Domestic Tourism and the Domestic Tourist Experience: Complexities, Idiosyncrasies, and Understandings. *Tourism: An International Interdisciplinary Journal*, 71(4), 659-676.DOI10.37741/t.71.4.1

Dong, Z. X., & Wu, Y. (2013). Study on tourism environment with strategic research on the tourism development of Hunan Low-Carbon. *Advanced Materials Research*, 788, 387-391.DOI10.4028/www.scientific.net/AMR.788.387

Elorrieta, B., Cerdan Schwitzguébel, A., & Torres-Delgado, A. (2022). From success to unrest: the social impacts of tourism in Barcelona. *International journal of tourism cities*, 8(3), 675-702.DOI10.1108/IJTC-05-2021-0076

Fiorentin, P., Bettanini, C., & Bogoni, D. (2019). Calibration of an autonomous instrument for monitoring light pollution from drones. *Sensors*, 19(23), 5091.DOI 10.3390/s19235091

Gan, C., Wang, K., Voda, M., Ye, J., & Chen, L. (2023). Analysis on the impact of technological innovation on tourism development: The case of Yangtze River Delta Urban Agglomeration in China. *Tourism Economics*, 29(5), 1251-1271. DOI10.1177/13548166221102590

Godovykh, M., Alvarez, S., & Fyall, A. (2024). Objective vs perceived environmental impacts of tourism. *Tourism and Hospitality Research*, 14673584241304285. DOI10.1177/14673584241304285

He, W. (2012). Sustainable Rural Tourism Development and Environment Protection. *Advanced Materials Research*, 347, 2893-2896.DOI10.4028/www.scientific.net/AMR.347-353.2893

Hiltunen, M. J., Pitkänen, K., & Halseth, G. (2016). Environmental perceptions of second home tourism impacts in Finland. *Local Environment*, 21(10), 1198-1214. DOI10.1080/13549839.2015.1079701

Kallou, S., Kikilia, A., & Kalogiannakis, M. (2023, August). Tourism Education and Digital Learning Environments: The Contribution of Transformative Learning. In *International Conference of the International Association of Cultural and Digital Tourism* (pp. 143-161). Cham: Springer Nature Switzerland.DOI10.1007/978-3-031-54342-5_9

Lam-González, Y.E.; Suárez-Rojas, C.; León, C.J. Factors Constraining International Growth in Nautical Tourism Firms. *Sustainability* 2019, 11, 6846. <https://doi.org/10.3390/su11236846>

Lee, C. G. (2021). Tourism-led growth hypothesis: International tourism versus domestic tourism-Evidence from China. *International Journal of Tourism Research*, 23(5), 881-890.DOI10.1002/jtr.2450

Lv, W., Fan, W., & Wang, Z. (2024). How to enhance the resilience of domestic tourism? *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 61, 165-177.10.1016/j.jhtm.2024.10.002

MacNeill, T., & Wozniak, D. (2018). The economic, social, and environmental impacts of cruise tourism. *Tourism Management*, 66, 387-404.DOI10.1016/j.tourman.2017.11.002

Manzano Nunez, R., & García Perdomo, H. A. (2016). Sobre los criterios de inclusión y exclusión. Más allá de la publicación. *Revista chilena de pediatría*, 87(6), 511-512.<http://dx.doi.org/10.1016/j.rchipe.2016.05.003>

Mora-Rivera, J., Cerón-Monroy, H., & García-Mora, F. (2019). The impact of remittances on domestic tourism in Mexico. *Annals of Tourism Research*, 76, 36-52.DOI10.1016/j.annals.2019.03.002

Nguyen, C. P., & Nguyen, B. Q. (2023). Does the shadow economy matter for tourism consumption? New global evidence. *Empirical Economics*, 65(2), 729-773.10.1007/s00181-022-02354-x

Ordóñez Ordóñez, S. P., & Quiroga Coronel, E. D. (2023). Análisis de la gobernanza del turismo vinculada a criterios de liderazgo, participación e involucramiento de los stakeholders. Caso de estudio: Cuenca, Ecuador. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/43278>

- Parker, M., Spennemann, D. H., & Bond, J. (2024). Using destination reviews to explore tourists' sensory experiences at Christmas markets in Germany and Austria. *Journal of Heritage Tourism*, 19(2), 172-200.10.1080/1743873X.2023.2284332
- Pegkas, P. (2020). Interrelationships between tourism, energy, environment and economic growth in Greece. *Anatolia*, 31(4), 565-576.DOI10.1080/13032917.2020.1795893
- Picken, F. (2023). Tourism and the blue economy. *Tourism Geographies*, 1-9.10.1080/14616688.2023.2291821
- Reyes, N. R. M. (2012). Reseña metodológica sobre los grupos focales. *Diá-logos*, (9), 47-53. <https://doi.org/10.5377/dialogos.v1i9.15651>
- Seyfi, S., Hall, C. M., & Saarinen, J. (2024). Rethinking sustainable substitution between domestic and international tourism: A policy thought experiment. *Journal of Policy Research in Tourism, Leisure and Events*, 16(4), 560-574.10.1080/19407963.2022.2100410
- Su, L., Huang, S., & Huang, J. (2018). Effects of destination social responsibility and tourism impacts on residents' support for tourism and perceived quality of life. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 42(7), 1039-1057.DOI10.1177/1096348016671395
- Thurmond, V. A. (2001). The point of triangulation. *Journal of nursing scholarship*, 33(3), 253-258. <https://doi.org/10.1111/j.1547-5069.2001.00253.x>
- Vujičić, M. D., Kennell, J., Stankov, U., Gretzel, U., Vasiljević, Đ. A., & Morrison, A. M. (2022). Keeping up with the drones! Techno-social dimensions of tourist drone videography. *Technology in Society*, 68, 101838.DOI 10.1016/j.techsoc.2021.101838
- Viana-Lora, A., Nel-lo-Andreu, M. G., & Anton-Clavé, S. (2023). Advancing a framework for social impact assessment of tourism research. *Tourism and Hospitality Research*, 23(4), 494-505.DOI10.1177/14673584221105007
- Warner, S. C., Sagovac, S., Godwin, C., Xia, T., & Batterman, S. (2023). Community's Perception on Ambient Air and Noise Pollution: A Qualitative Study in Southwest Detroit. *Environmental Justice*, 16(4), 286-296.10.1089/env.2021.0085
- Wang, S., Zhou, Y., Guo, J., & Mao, J. (2023). Did high speed rail accelerate the development of tourism economy? –Empirical analysis from Northeast China. *Transport Policy*, 143, 25-35.10.1016/j.tranpol.2023.09.004
- Weng, K. C., Lin, S. T., Hu, C. C., Soong, R. T., & Chi, M. T. (2023). Multi-view approach for drone light show. *The Visual Computer*, 39(11), 5797-5808.DOI 10.1007/s00371-022-02696-8
- World Tourism Organization (UNWTO 2025). (n.d.). UN Tourism World Tourism Barometer. Retrieved from <https://www.unwto.org/es/barometro-del-turismo-mundial-de-onu-turismo>
- Yasir, A., Hu, X., Aktan, M., Farias, P., & Rauf, A. (2024). Domestic tourism and the effects of behavioural changes, government-media trust and moderation of “maintenance of country image”: theoretical analysis. *Kybernetes*.10.1108/K-02-2023-0303
- Zhang, J., & Zhang, Y. (2023). Does tourism contribute to the nighttime economy? Evidence from China. *Current Issues in Tourism*, 26(8), 1295-1310.10.1080/13683500.2022.2053073
- Zhao, Y. (2022). Study on the relationship of leisure sports tourism with the health of the elderly. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 28, 432-435.DOI10.1590/1517-8692202228052021_0520
- Zhao, H., Jiang, S., & Ke, X. (2023). Elderly tourism management: A bibliometric approach. *Innovative Marketing*, 19(3), 211.DOI10.21511/im.19(3).2023.18
- Zhang, Y., Xu, H., Zhang, S., Jiang, Y., & Fang, Y. (2024). The impact of different dependency levels on elderly tourism decisions: a study based on the social impact theory and the stimulus-organism-response theory. *Current Issues in Tourism*, 1-25. DOI10.1080/13683500.2024.2314142

ACKNOWLEDGMENTS

We thank the investment team from the different Chilean institutions, the Grupo de Investigación de Estudios Organizacionales Sostenibles (GIEOS-UA), for their valuable contributions, and the Universidad Autónoma de Chile for the institutional support that made this work possible.

Technical and Technological Training and Sustainable Development of Tourism Microenterprises Within the Framework of the Orange Economy

Formación Técnica-Tecnológica y Desarrollo Sostenible de Micronegocios Turísticos en el Marco de la Economía Naranja

Jenny Alexandra Segura Osuna

jseguraosun@uniminuto.edu.co

Corporación Universitaria Minuto de Dios, UNIMINUTO

Abstract

In developing countries today, tourism plays a vital role in generating income, jobs, and overall well-being for the population. For the highest quality service to be provided, it is essential that staff receive training. In Colombia, the benefits of the Orange Economy, offered through the National Learning Service (SENA), provide access to technical and technological training, which in turn contributes to sustainable growth for these communities, most of which are in areas with abundant natural resources. In this context, strengthening the skills of human talent in the tourism sector is key to improving destination competitiveness and promoting the sustainable use of local resources. This document presents a descriptive study with a mixed-methods approach, conducted with micro-entrepreneurs in the municipality of Flandes, Colombia. Using questionnaires with closed and open-ended questions, it was found that the majority have only completed high school (54.2%), and that approximately 98% would like to access such training. Of all respondents, only 6.3% were aware of the existence of this Orange Economy benefit for sectors like tourism. Therefore, the study provides empirical evidence to support the strengthening of dissemination strategies and institutional coordination between training institutions and local tourism stakeholders, contributing to the design of capacity-building strategies that foster economic development and sustainable tourism in the municipality of Flandes (Tolima).

Keywords: Tourism, education, economic development, sustainable development, Cultural Economics.

JEL Codes: L83; I23; O1; Q01; Z1.

Resumen

En los países en desarrollo en la actualidad, el turismo juega un papel importante a la hora de generar ingresos, puestos de trabajo y en general un mayor bienestar para la población. Para que el servicio se preste con la mejor calidad posible es deseable que el personal se capacite y en Colombia se encuentra que bajo los beneficios de la economía naranja a través del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA se pueden acceder capacitaciones técnicas y tecnológicas, lo cual aporta a su vez a un crecimiento sostenible para estas comunidades que en su mayoría están en áreas donde hay gran cantidad de recursos naturales. En este contexto, fortalecer las capacidades del talento humano del sector turístico resulta clave para mejorar la competitividad de los destinos y el aprovechamiento sostenible de los recursos locales. En el presente documento a través de un estudio descriptivo y enfoque mixto, que abordó a microempresarios del municipio de Flandes en Colombia a través de cuestionarios con preguntas cerradas y abiertas se encontró que en su mayoría solo cuentan con nivel

máximo de estudio alcanzado de bachillerato (54.2%) y que cerca del 98% desearía acceder a dicha capacitación, del total de encuestados solo el 6.3% sabía de la existencia de este beneficio de la Economía Naranja para sectores como el del turismo. En este sentido, el estudio aporta evidencia para fortalecer la difusión y articulación entre instituciones de formación y actores del turismo local, contribuyendo al diseño de estrategias de capacitación que impulsen el desarrollo económico y turístico sostenible en el municipio de Flandes (Tolima).

Palabras clave: Turismo, educación, desarrollo económico, desarrollo sostenible, economía de la cultura.

Códigos JEL: L83; I23; O1; Q01; Z1.

INTRODUCTION

Tourism is one of the economic sectors that is currently contributing more to the Gross Domestic Product (GDP) of different countries. It has been diversifying and, according to data from the World Tourism Organization [WTO] (n.d.), the sector has contributed an average of 2.2%, 8.5%, 2.8% and 6.4% of the GDP to Colombia, Mexico, the United States and Spain from 2008 to 2022, among others, respectively. In Colombia, this sector has been growing stronger since, according to the Ministry of Commerce, Industry and Tourism (MINCIT, for the Spanish original) (2024a), it contributed 33.2 billion dollars in value added to the national product in 2023. In this context, tourism is also included as an activity that can be aligned with the principles of the orange economy, understood as the set of economic activities based on creativity, culture, knowledge, and cultural heritage that generate economic and social value (Buitrago & Duque, 2013; Rico-Ramírez & Gómez Caipa, 2021). Therefore, cultural and gastronomic tourism allows for the utilization of cultural and natural resources, promoting community development and the preservation of the traditions and knowledge specific to each region, in this case, the department of Tolima.

For this service to be of national and international appeal, it is important for it to be high quality, which can be obtained by training human resources through comprehensive training plans (Fernández Noriega, 2004). In this sense, the technical and technological training of human capital becomes a key element to strengthen the skills of those who participate in tourism activities, especially in the case of micro-entrepreneurs, allowing improvement in the quality of service, innovation in the tourism offer and the competitiveness of destinations (del Toro & Jiménez Sánchez, 2023). The challenge of carrying out these improvements in human resources, when it comes to emerging companies, is the costs involved, since, as Herrera and López (2021) point out, it is necessary to incur costs that are often not tangible, but are reflected in the good service provided, for tourism to be of high quality, which is reflected in the tourist's satisfaction with the services received, hence, the main problem identified is that despite the large offer of SENA programs within the framework of the benefits of the Orange Economy for the tourism and gastronomy sector, the micro-entrepreneurs of the value chain of the sector do not have knowledge of these technical and technological trainings.

Taking the above into account, the main objective of this document is to highlight the role of training the human capital that is part of the tourism sector in Flandes, Tolima through technical and technological programs that improve their skills and abilities, as well as the quality of the service provided. This makes it more attractive to tourists who use the service. To this end, there are institutions, such as SENA, which offer access to this training through virtual courses, in addition to providing technical and technological programs, so that anyone with a computer, cell phone and internet can be trained. Studying this topic is relevant because municipalities with tourism potential, such as Flandes, can strengthen their economic development by professionalizing their services and taking advantage of the opportunities offered by public policies aimed at strengthening cultural and creative industries.

The challenge, therefore, is to make micro-entrepreneurs aware of the importance of training their employees and themselves in tourism, relying on benefit programs such as those of the orange economy, one of which is training human capital in various areas, including tourism. It is important

to note that micro-businesses engaged in these tourism activities throughout Colombia can benefit from these programs.

For the purposes of this document, the first section presents a theoretical framework analyzing the relationships between the creative economy and its main benefits, the tourism sector, its contribution to economic growth, and the role of education in strengthening quality-of-service delivery. The second section describes the methodology employed, including the phases of the research process. The third section presents the most relevant results obtained in the study. Finally, the fourth and final section presents the conclusions drawn from the analysis.

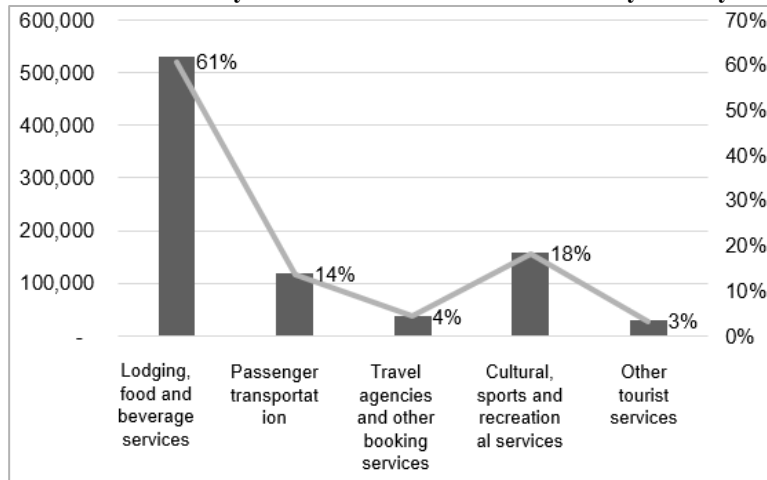
1. REVIEW OF LITERATURE

1.1 Importance of the tourism sector as an economic activity in the orange economy

Based on the concept of the Orange Economy, defined as those economic activities that produce cultural goods and services, which are subject to copyright and represent creativity and cultural knowledge (Buitrago & Duque, 2013), tourism involves integrating the cultural and economic aspects, with a positive impact on local populations as it generates jobs for unskilled labor and monetary income (Alonso Rodríguez, 2023). Furthermore, the development of the tourism sector is generally considered to be important for economic growth (Brida et al. 2021a; Brida *et al.* 2021b). In the case of Latin America, Delgado (2023) points out that this sector is key to the region's long-term development. Zaldívar (2021) points out that, by linking cultural tourism to the orange economy, cultural and creative industries are an important pillar for contributing to economic growth and recovery after the global pandemic crisis, since they contribute significantly to exports, job creation, income and investment.

Batista and Fumi (2020) point out that this sector has established itself as one of the main sources of income in many countries in the last century. In the specific case of Spain, this economic activity contributes about 12% to its GDP. The crisis due to the COVID-19 pandemic has left great lessons and shows the importance of unity, not fierce market competition between different companies and businesses engaged in tourism activities. Considering their common interests, they should use a cooptative strategy, which implies that there is not only competition but also cooperation among competitors to maximize the benefit for all (Hernández & Vásquez, 2020). Palomo *et al.* (2020) point out that, after the pandemic and with the high degree of uncertainty, this important economic sector must be restructured and aim not only at an economic recovery but also at projecting itself as a sustainable and environmentally friendly activity. Similarly, in his study, Delgado Munévar (2023) found that tourism is important in the economies of Latin American countries such as Colombia, Peru, Mexico, Ecuador and Guatemala and contributes significantly to their GDP and economic growth.

For the specific case of Colombia, tourism represents 2.3% of the added value, ranking ninth among the economic activities that contribute to the country's economy. It generates about 872,527 jobs in municipalities and cities with high unemployment rates (Ministry of Commerce, Industry and Tourism, 2024a). Job creation, according to the service provided, is distributed as follows (Figure 1):

Figure 1: Jobs created by the tourism sector in Colombia by activity in 2023

Source: Prepared by author based on the National Administrative Department of Statistics (DANE, for the Spanish original) (2024)

With respect to attracting tourists from outside the country, the most visited cities are Bogota, Medellin, Cartagena and Cali, and according to data from the Ministry of Commerce, Industry and Tourism (2024b), the country welcomed about 620,000 travelers from other countries in December 2023 and 3,841,675 in the whole year (not counting foreigners from Venezuela), data that demonstrates the contribution of this sector to the country's economy.

1.2 The municipality of Flandes, Tolima and its tourist activity

According to the Governor's Office of Tolima (n.d.a.), the municipality of Flandes belongs to the department of Tolima, whose capital is Ibagué and is located on the border with the department of Cundinamarca and the Magdalena River, specifically with the city of Girardot, on which its economy largely depends. These two municipalities are connected by the Ospina Pérez bridge. The municipality's official foundation dates to 1954, but its occupation dates back to after the thousand-day war when the territory began to be occupied after the expansion of Girardot and the township's formation around 1912. It is currently known as "the golden gate of Tolima," as the result of the expansion of the population that originally came from Girardot (Tolima Total, n.d.). Its boundaries are the Magdalena River, municipality of Girardot, municipality of Espinal, municipality of Suarez and municipality of Coello. The total area of the municipality is 96.87 km², (Mayor's Office of Flandes, n.d.). For this reason, much of the municipality's tourism potential is found in its countryside, not only in the "town" itself.

The municipality of Flandes in the department of Tolima stands as a destination for national and international tourists. According to figures from the Territorial Tourism Statistics published by MINCIT (n.d.), it had the following indicators presented in Table 1 and compared with the total for the department in 2022:

Table 1: Data on tourism in Flandes and Tolima for 2022

	Tolima	Flandes	%
Total, beds in lodging and accommodation establishments	30.752	491	1,6%
Domestic passenger arrivals	26.549	361	1,4%
Total accommodation and lodging rooms	16.664	218	1,3%
Active tourism service providers in the RNT	2.634	75	2,8%
Lodging and accommodation establishments	2.014	70	3,5%
Non-resident foreign visitors	4.870	46	0,9%

Source: prepared by author based on MINCIT (n. d.)

Table 2 below describes some of the tourism activities that can be developed in this municipality according to the tourism promotion sources cited therein:

Table 2: Tourism destinations and activities to do in the municipality of Flandes

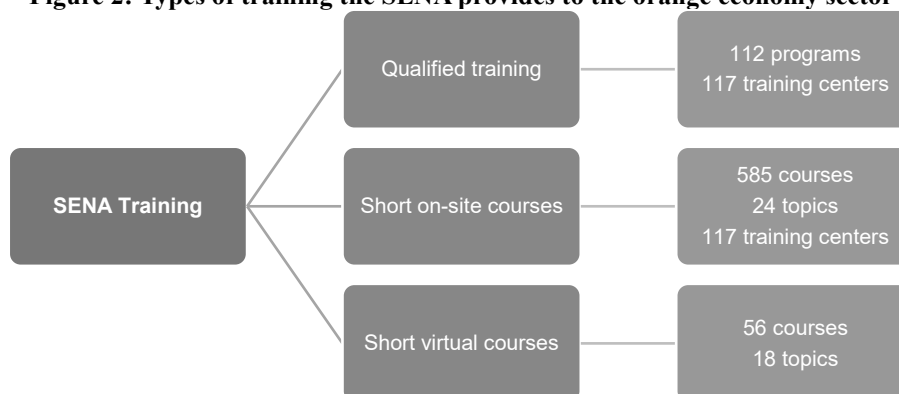
Site/ activity that promotes tourism	Source
Typical restaurants with typical dishes of the department of Tolima	Gobernación del Tolima (n. d.a.)
Monument to the fisherman	Gobernación del Tolima (n. d.a.)
Classes and flight workshops: aviation classes in ultralight airplanes with an approximate duration of 3 hours.	Tripadvisor (n. d.)
Skydiving: an extreme aerial sport, with the possibility of recording the jump and the fall to the ground.	Tripadvisor (n. d.)
Parasailing and paragliding:	Tripadvisor (n. d.)
Viewpoint at the Metal Bridge over the Magdalena River	Gobernación del Tolima (n. d.a.)
Visit to Los Chorros Spa in the Colegio township (Quebrada Santa Ana)	Información suministrada por la comunidad en visita el municipio

Source: prepared by author based on cited sources

1.3 Training as a strategy to strengthen entrepreneurs engaged in tourism and ecotourism activities.

Regardless of the activity in question, it has always been clear that education is a key factor when it comes to economic growth, as pointed out by Escamilla *et al.* (2025); Monterubbianesi *et al.* (2021). The orange economy, or Law 1834 of 2017, better known as the Orange Law, regulates everything related to the tourism sector in Colombia, including strategies, institutions, programs and incentives to promote the sector. Some of the benefits that companies and creative industries from the orange economy can easily access included in this law is the training offered by the National Learning Service (SENA), which must promote training that encourages “cultural and creative progress” alongside the Ministry of Education.

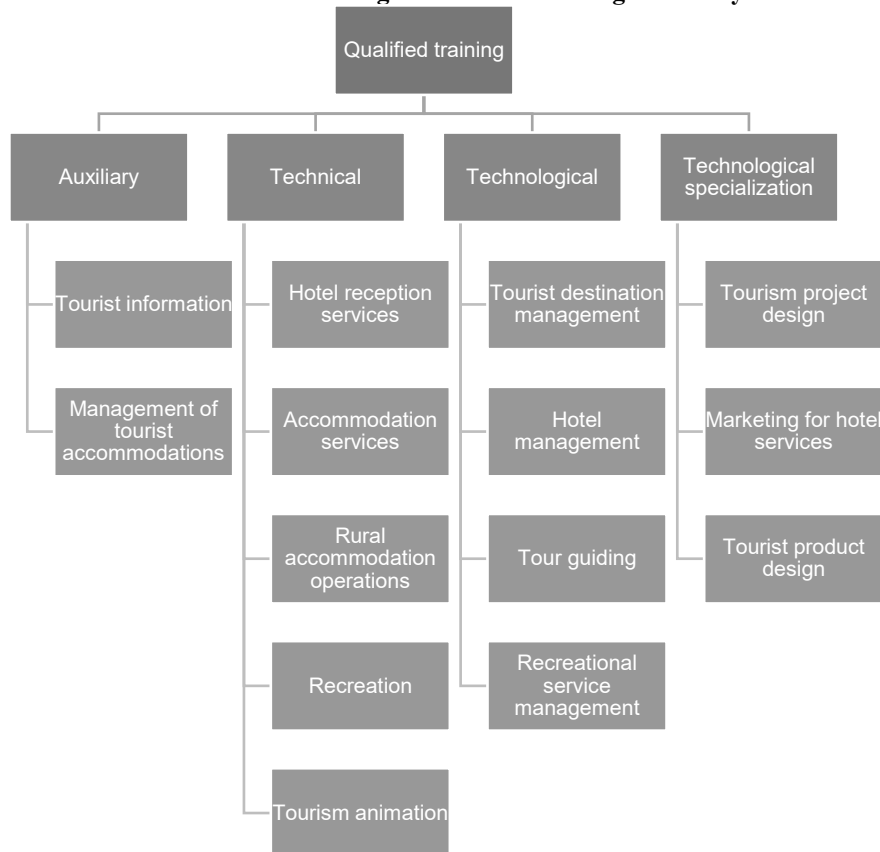
The training provided by SENA to the entire orange economy sector varies between degree courses, short on-site courses and short virtual courses, as shown in Figure 2. For on-site courses, there are 117 institutions located in strategic cities and municipalities in Colombia. When it comes to the virtual courses, they are available anywhere with internet services. In this regard, the Ministry of Information Technologies and Telecommunications (MINTIC, for the Spanish original) (2017) states that 98% of the 1,102 municipalities in the country have internet services.

Figure 2: Types of training the SENA provides to the orange economy sector


Source: prepared by author based on the SENA (n.d.a.)

There are a series of training programs in the tourism and ecotourism sector depending on whether they are short virtual courses, short on-site courses or degree courses, of which there are several programs, such as those shown in Figures 3, 4 and 5, which micro-entrepreneurs engaged in tourism and food activities, or those related to them, could take due to the economic characteristics of the municipality.

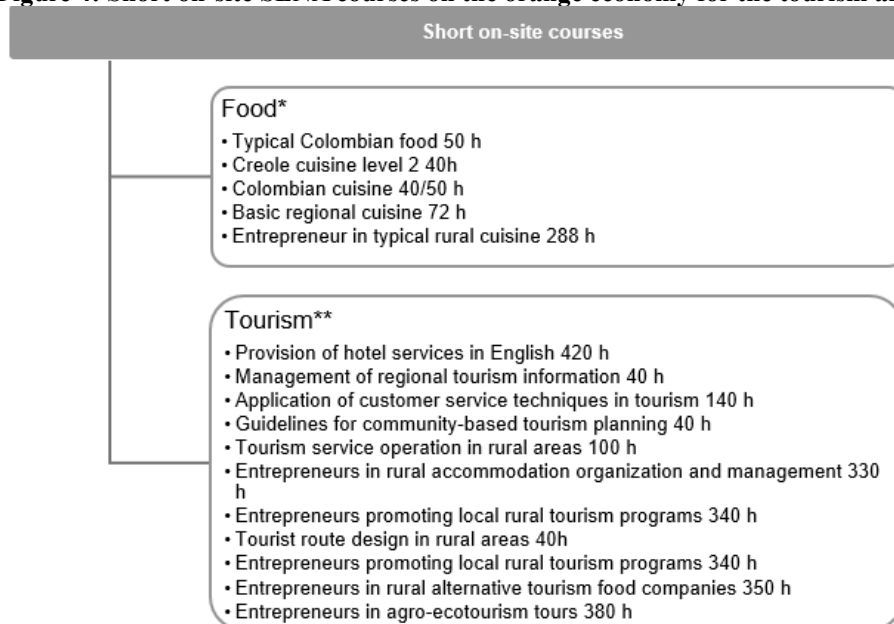
Figure 3: Virtual and on-site SENA training courses in the orange economy for the tourism sector.



Source: prepared by author based on the SENA (n.d.b.).

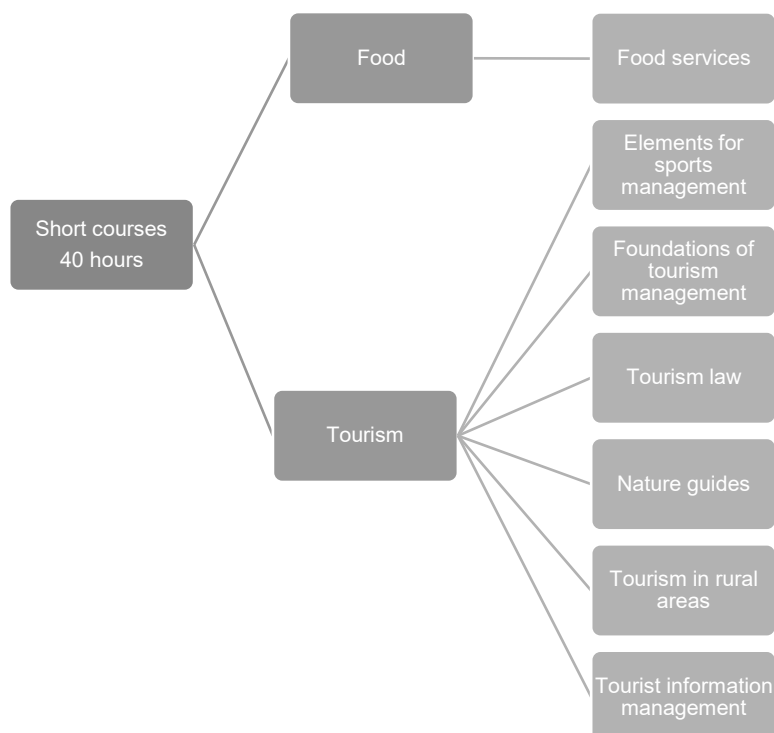
Figure 3 shows the programs that apply to the tourism and food sectors in general, which could make an important difference when it comes to small businesses dedicated to these activities improving or incorporating lodging and hotel services, recreation and entertainment, marketing and dissemination of their services, tour guides, project design to create and expand services, among others.

Figure 4: Short on-site SENA courses on the orange economy for the tourism and food sector



Source: prepared by author based on the SENA (n. d.c.). Note: *The figure shows some of the training related to typical cuisine from Flandes out of a total of 68 food programs. **The figure shows some of the tourism-related training of more than 100 programs in this area.

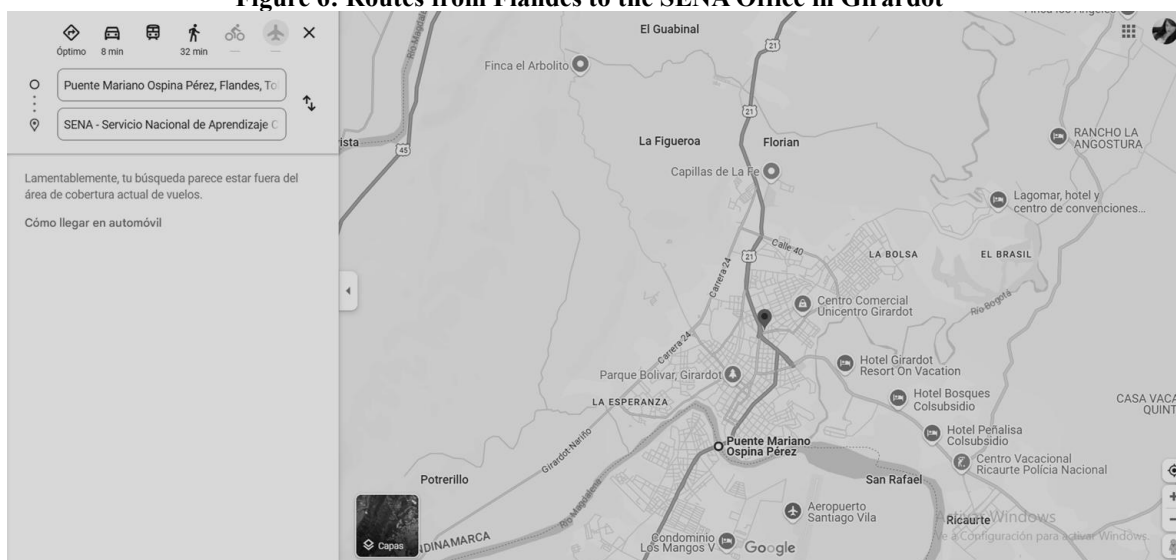
Figure 5: Short virtual SENA courses on the orange economy for the tourism and food sector



Source: prepared by author based on the SENA (n. d.d.)

It is worth noting that, because of technology and nearly universal access to the Internet, people with basic computer knowledge can access these virtual courses and even on-site courses, taking into account that there is a SENA office in the city of Girardot located at Carrera 10 #30-04, 8 minutes away by car or 32 minutes walking, using the Mariano Ospina bridge as a starting point, as shown in Google Maps (See Figure 6). Taking a bicycle route is also possible, although the tool does not show it.

Figure 6: Routes from Flandes to the SENA Office in Girardot



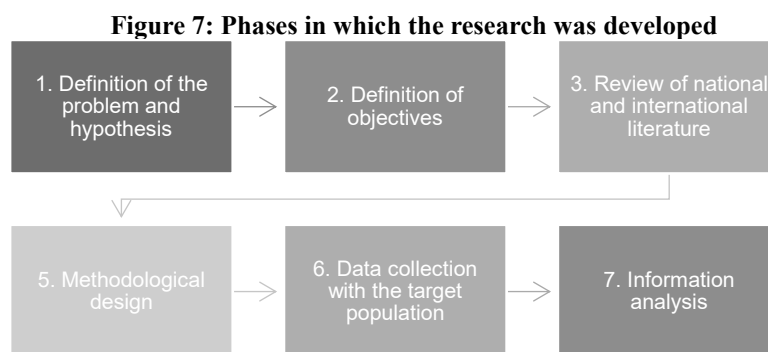
Source: Google Maps.

1.4 Technical and technological education as a tool that contributes to the Sustainable Development Goals (SDGs).

Since September 2015, when the leaders of nations agreed to formulate sustainable development goals that would help improve the living conditions of people, prospering economically and taking care of existing resources (United Nations [UN], n.d.), initiatives aimed at fulfilling these goals have been carried out. Achieving them requires joint work between all people, where governments, companies and other institutions lead programs that directly or indirectly intervene, an example of which are the initiatives of the orange economy, which according to UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2020) contribute to the following SDGs: SDG 4 (Quality education), SDG 8 (Direct work and economic growth), SDG 16 (Peace, justice and strong institutions) and SDG 17 (Partnerships for the goals) and SDG.

2. METHODOLOGY

The results presented here are part of the execution of a research project in the municipality of Flandes (Tolima) called *“The orange economy and tourism and ecotourism activities in the municipality of Flandes (Tolima) as drivers of economic recovery during the COVID-19 pandemic,”* which was developed under a mixed approach and with a descriptive scope. Surveys were applied with closed and open-ended questions to micro-entrepreneurs engaged in activities related to tourism and ecotourism in the municipality’s rural and urban areas. This project was carried out in the stages illustrated in Figure 7:



Source: prepared by author

First, it was hypothesized that most of the people who are part of this sector do not have specialized training in the services it provides, which is a waste of one of the benefits of the Orange Law. One of said benefits is the one provided by the National Learning Service (SENA), which has virtual and on-site programs at different levels of free access for the population that is part of the tourism sector, based on the reviewed literature and the findings of Taboada *et. al.* (2023). After this, the objectives to be achieved with the research process were formulated, comparing them to academic and scientific sources on the subject, with which the theoretical framework and state of the art of the research was built.

These consulted sources, especially national institutional resources, helped identify the benefits for the chosen sector. The methodology was chosen based on this information, and we chose a mixed approach, where the attained and desired levels of education were quantified in figures and the perception and needs of the entrepreneurs in the municipality’s tourism sector were inquired through open-ended questions. In this way, both qualitative and quantitative elements were included (Hernandez & Torres, 2018).

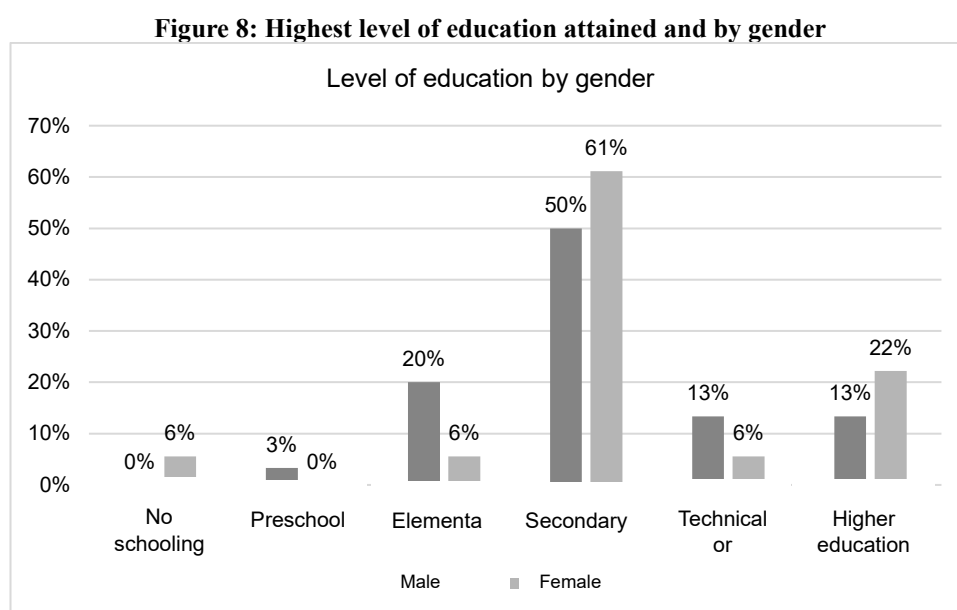
To test this hypothesis, questions were asked in the applied instruments to determine whether the target population is generally aware of the benefits of the orange economy, including training provided by the SENA and other support entities. We also asked if they were aware that the SENA programs aimed at the orange economy, in the virtual and on-site modalities of technical, technological and other short-term programs, are free. The instrument was applied to a total of 48 micro-entrepreneurs who provide tourism services in rural and urban areas of the municipality of

Flandes, with the most representative activities being food services and transportation, considering the characteristics of the municipality and the high dependence on other municipalities, especially Girardot (Cundinamarca).

With these results, it was possible to analyze the problem in depth. It was found that there is effectively no knowledge of the benefits of the orange economy and the possibility of receiving free training and education in programs that would significantly strengthen the way tourism services are currently being provided in the municipality of Flandes, Tolima. These are detailed in the following section.

3. RESULTS

As mentioned above, we worked with a sample of 48 entrepreneurs, 62.5% of whom were men. The remaining 37.5% were women. The first thing that was analyzed was the level of education attained at the general level and by gender. With respect to the overall results, most of them reached a maximum high school level of education, at 54.2% and 27.1%, 10.4% obtained a technical or technological diploma and 16.7% received higher education. This implies that access to programs, such as those the SENA offers for free as part of the orange economy, can be a good strategy to provide better services that attract more tourists, generating more jobs and income for the sector. When analyzing the educational levels between men and women, half of the surveyed men reached high school versus 61% of the women surveyed. Among the men who participated in the exercise, 13% reached technical and technological levels versus 6% and 22% of the women for those same levels, as can be seen in Figure 8:



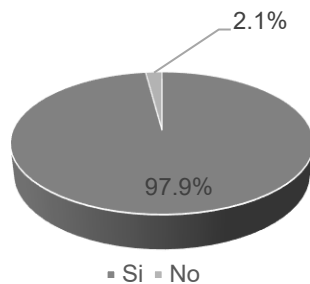
Source: prepared by author

Another important finding was that most of the respondents who participated in the fieldwork generally did not know the benefits of the orange economy for the tourism and food sectors, since only 6.3% said they knew about them compared to 89.7% who said they did not. On the other hand, the benefits those who said they knew about them identified for the studied sectors were the SENA training, technical advice on business plans from Social Prosperity and the Women Weavers of Life program. The above is in terms of knowledge about the benefits of the orange economy, since only 4.2% of those surveyed said they had been taken the SENA training when asked how many had done so.

In addition to the identification of knowledge or lack of knowledge on the proposed topic, respondents were also asked if they would like to receive more information on the subject, to which 98% responded yes, compared to 2% who were not interested in the information (Figure 9). When asked by what means they would like to receive more information on these benefits, 42% showed interest in virtual means that do not involve travel to physical centers compared to 21% who would be willing to receive the information in person. Other possibilities for them were by phone (13%),

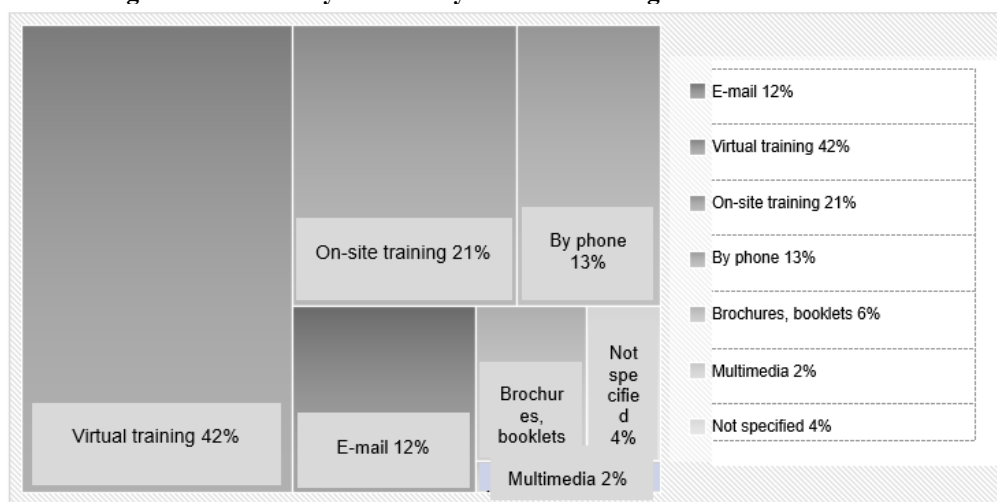
e-mail (12%), and brochures and booklets (6%), and 4% did not specify by which means (Figure 10).

Figure 9: Desire to receive information about SENA training and other benefits of the orange economy



Source: prepared by author

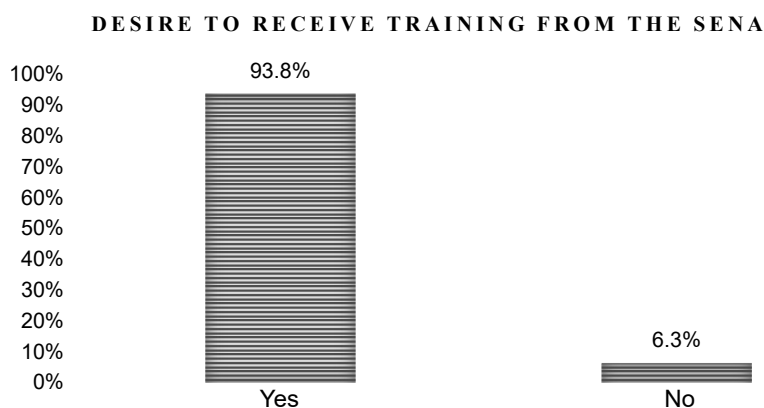
Figure 10: Means by which they would be willing to receive information



Source: prepared by author

In Figure 9, we asked about the desire to receive information. However, when it came to assessing if the participants in the surveys really had a desire to improve the provision of tourism services through the different free programs the SENA offers in their different modalities, about 94% said yes compared to the remaining 6% who did not want it, as can be seen in Figure 11:

Figure 11: Desire to access the programs offered by the SENA within the framework of the orange economy.



Source: prepared by author

CONCLUSIONS

Training human capital is essential when talking about improving the provision of tourism services, especially in municipalities that are in the process of consolidating and strengthening this activity. In the case of the municipality of Flandes in the department of Tolima, it was found that micro-entrepreneurs dedicated to tourism activities, such as hotels, transportation and food, despite their efforts to provide the best service to tourists, can receive technological and technical studies free of charge through institutions such as the SENA. This facilitates the process because, in addition to being free, the SENA offers on-site programs in Girardot (a neighboring municipality zero kilometers away from border to border) or virtually, facilitating the process. In academic terms, this study contributes to the literature on tourism and the orange economy by highlighting the importance of human capital and access to specialized training as determining factors for improving the competitiveness of emerging tourist destinations.

In this regard, it must also be noted that they are interested in being a part of these programs, learning about other benefits that could be obtained through the orange economy, since tourism and food are key sectors for the municipality. The food sector is especially significant because the municipality is known for the diversity of typical dishes in the department, especially those prepared with different fish that are distinctive of the region and the Magdalena River. It should be added that this sector is also important within the orange economy, since the knowledge of preparing different dishes has been passed down by their ancestors, which can be updated and complemented with other types of training. In this way, the study also highlights the value of traditional gastronomic knowledge as a cultural asset that can be integrated with technical training processes to strengthen innovation and competitiveness in local tourism.

As for the general orange economy, it has several institutions and programs seeking to support this sector, which is part of the country's cultural heritage. However, the lack of knowledge of these benefits prevents access to them (Segura *et al.*, 2024). For this reason, municipalities with expanding economic development, such as Flandes, Tolima, can benefit from the orange economy because it has several sites and tourist activities in the municipality in both rural and urban areas. However, the population said these are not as developed because there is a high economic dependence on the city of Girardot across the Magdalena River. Moreover, they said that, rather than tourism, its economy is activated by people living in different condominiums. Many of these are only occupied during the vacation season by their owners, who come from Bogota.

In terms of implications for public policy, the results suggest the need to strengthen outreach strategies for programs associated with the creative economy, as well as to promote greater collaboration among training institutions, local governments, and stakeholders in the tourism sector (especially micro-entrepreneurs). This would allow for a more effective use of local capacities, boost entrepreneurship, and foster tourism development in the municipality. Finally, the study has some limitations, including its focus on a single municipality and a limited sample of micro-entrepreneurs, which restricts the generalizability of the results. Therefore, future research could expand the analysis to other municipalities with similar tourism characteristics, as well as longitudinally evaluate the impact of training programs and creative economy policies on strengthening entrepreneurship, tourism competitiveness, and local economic development.

REFERENCES

- Alcaldía de Flandes Tolima. (n.d.) Nuestro municipio. <http://www.flandes-tolima.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Alonso Rodríguez, J. R. (2022). El turismo como motor de crecimiento económico en Colombia (2000-2019). *Revista Internacional de Turismo, Empresa y Territorio. RITUREM*, 6(1), 57-83. <https://doi.org/10.21071/riturem.v6i1.14056>
- Batista Canino, R. M., & Fumi Chim, A. (2020). Turismo: colaboración entre competidores para tiempos de crisis. *The Conversation*. <https://doi.org/10.64628/aa0.qcskqy75n>
- Brida, J. G., Olivera, M., & Segarra, V. (2021a). Economic growth and tourism performance in Latin America and the Caribbean: a comparative analysis by clustering techniques and causality

tests. *Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo*, 15(1), 2300. <https://doi.org/10.7784/rbtur.v15i1.2300>

Brida, J. G., Brindis, M. A., & Mejía-Álzate, M. L. (2021b). La contribución del turismo al crecimiento económico de la ciudad de Medellín-Colombia. *Revista de economía del Rosario*, 24(1), 1-24. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/economia/a.8926>

Buitrago Restrepo, F., & Duque Márquez, I. (2013). *The orange economy: An infinite opportunity*. <https://doi.org/10.18235/0012837>

Congreso de Colombia. (23, mayo de 2017). Ley 1834, ley naranja. <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%201834%20DEL%2023%20DE%20MAYO%20DE%202017.pdf>

del Toro Soto, M., & Jiménez Sánchez, L. (2023). Turismo y capacitación: dinámicas actuales. *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 11(3), 139-149. <https://revistas.uh.cu/revflasco/article/view/7410/6320>

Delgado Munévar, W. G. (2023). Turismo y crecimiento económico mediante cointegración de datos panel para países latinoamericanos. *Turismo y Sociedad*, 33, (jun. 2023), 73–83. DOI: <https://doi.org/10.18601/01207555.n33.03>.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (24 de mayo, 2024). *Boletín Técnico Cuenta Satélite de Turismo (CST)*. <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/CST/bol-CST-2023.pdf>

Escamilla Mejía, M. G., Alfaro-Ponce, B., Aali Bujari, A., & Hernández Veleros, Z. S. (2025). Differentiated Impact of Higher Education by Gender, Age, and Income Level on Economic Growth: Evidence for OECD Countries. *REMIE: Multidisciplinary Journal of Educational Research*, 15(1), 72-90. <https://doi.org/10.17583/remie.15206>

Fernández Noriega, J. L. (2004). La calidad en el turismo: mercado de trabajo: formación y capital humano. *Mediterráneo económico*, (5), 169-194. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2158788>

Gobernación del Tolima, (n.d.a.). Municipio de Flandes. <https://www.tolima.gov.co/tolima/informacion-general/turismo/1902-municipio-de-flandes>

Hernández Igirio, R. S., & Vásquez Pino, E. I. (2020). Estrategias de gestión en la incertidumbre para el impulso de la economía naranja. *Revista Boletín Redipe*, 9(11), 228-234. <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i11.1127>

Hernández Sampieri, R. & Mendoza Torres, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill.

Herrera Cárdenas, P. L., & López Rodríguez, M. (2021). El turismo: la gestión de la calidad y sus costos. *Cofin Habana*, 15(2). https://www.researchgate.net/publication/356684302_El_turismo_la_gestion_de_la_calidad_y_sus_costos

Ministerio de Comercio, Industria y Comercio, (n.d.). *Indicadores de turismo por municipio 2022*. <https://portucolombia.mincit.gov.co/tematicas/estadisticas-territoriales-de-turismo-1>

Ministerio de Comercio, Industria y Comercio, (2024a, 6 de junio). *Las cifras lo confirman: el turismo ocupa un lugar esencial en la economía colombiana*. <https://www.mincit.gov.co/prensa/noticias/turismo/turismo-ocupa-lugar-esencial-economia-colombiana#:~:text=La%20participaci%C3%B3n%20del%20turismo%20en,aportan%20al%20valor%20agregado%20nacional.>

Ministerio de Comercio, Industria y Comercio, (2024b, 10 de febrero). *En 2023 más de 5,86 millones de turistas visitaron "El País de la Belleza"*. <https://www.mincit.gov.co/prensa/noticias/turismo/en-2023-mas-turistas-visitaron-colombia>

Ministerio de Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones MINTIC (2017, 19 de octubre). *MinTIC le cumple a Colombia: 98% de municipios conectados a Internet y 28 millones de conexiones*. <https://www.mintic.gov.co/porta/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/61094:MinTIC-le-cumple-a-Colombia-98-de-municipios-conectados-a-Internet-y-28-millones-de-conexiones>

Monterubbianesi, P. D., Rojas, M. L., & Dabús, C. D. (2021). Education and health: Evidence of threshold effects on economic growth. *Lecturas de economía*, (94), 195-231. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/lecturasdeeconomia/article/view/342459>

Munévar Delgado, W. G. (2023). Turismo y crecimiento económico mediante cointegración de datos panel para países latinoamericanos. *Turismo y Sociedad*, 33, 73-87.

<https://doi.org/10.18601/01207555.n33.03>

Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (n.d.). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Organización Mundial del Turismo [OMT]. (n.d.). *Tourism Statistics: Macroeconomic Indicators*. <https://www.unwto.org/tourism-statistics/tourism-data-macroeconomic-indicators>

Palomo Ortega, G., Navarro, E., Cerezo, A., & Torres, E. (2020). Turismo poscoronavirus, ¿una oportunidad para el procrecimiento? In Turismo pos-COVID-19: Reflexiones, retos y oportunidades (pp. 161-173). <https://doi.org/10.25145/b.turismopos-covid-19.2020>

Rico-Ramírez, M. S., & Gómez-Caipa, J. C. (2021). Ecoturismo como alternativa de desarrollo económico, ambiental y cultural: un reto en calidad, formación y consolidación de la economía naranja. *Gestión y ambiente*, 24(3), 22-32.

Servicio Nacional de Aprendizaje [SENA], (n.d.a.). *Oferta Economía Naranja*. SENA. https://www.sena.edu.co/es-co/formacion/Paginas/economia_naranja.aspx

Servicio Nacional de Aprendizaje [SENA], (n.d.b.). *Oferta Economía Naranja, Formación titulada presencial y virtual, que fortalecerá tus conocimientos y habilidades en las Industrias Creativas*. SENA. https://www.sena.edu.co/es-co/Noticias/Documents/OfertaNaranja_IXELModa_3.pdf

Servicio Nacional de Aprendizaje [SENA], (n.d.c.). *Oferta Economía Naranja, Cursos cortos presenciales que fortalecerán tus conocimientos y habilidades en las Industrias Creativas*. SENA. https://www.sena.edu.co/es-co/Noticias/Documents/OfertaNaranja_IXELModa_2.pdf

Servicio Nacional de Aprendizaje [SENA], (n.d.d.). *Oferta Economía Naranja, Cursos cortos virtuales que fortalecerán tus conocimientos y habilidades en las Industrias Creativas*. SENA. https://www.sena.edu.co/es-co/Noticias/Documents/OfertaNaranja_IXELModa_1.pdf

Segura, J. Taboada, J., & Rodríguez, J. (2024). Artesanías en Ráquira: arte ancestral que podría beneficiarse con la economía naranja. En Chirinos, Y., Ramírez, A., Godínez, R. Barbera, N. y Rojas, D. (2024). (Eds.). *Tendencias en la Investigación Universitaria, Una Visión desde Latinoamérica*. Vol. XXIII. Fondo Editorial Universitario Servando Garcés. DOI: <https://doi.org/10.47212/tendencias2024vol.xxiii.15>

Taboada, J., Rueda, M., & Segura, J. (2023). Craft activity during and post-pandemic under the focus of the orange economy. *LACCEI*, 1(8). <https://doi.org/10.18687/laccei2023.1.1.1139>

Tolima Total. (n. d.). *Flandes*. <https://tolimatotal.com/flandes-1/flandes>

Tripadvisor (n. d.). *Atracciones en Flandes*. https://www.tripadvisor.co/Attractions-g1726001-Activities-Flandes_Tolima_Department.html

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO]. (2020). *Orange economy nodes*. https://media.unesco.org/sites/default/files/webform/dce002/QPR_2020_CO_442ef940-c105-411a-84f5-40583d94c073_49.pdf

Zaldívar, T. (2021). Las industrias creativas, una herramienta para la reactivación económica y la cohesión social. *Monograma. Revista Iberoamericana de Cultura y Pensamiento*, (9), 367-377. <https://doi.org/10.36008/monograma.2021.09.2258>

Route Optimization Using Genetic Algorithm for Visitors to Legends Park

Optimización de Rutas Empleando Algoritmo Genético para los Visitantes del Parque de las Leyendas

Hugo Vega-Huerta

hvegah@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos UNMSM, Lima, Perú

David Tupayachi Rivas

david.tupayachi@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos UNMSM, Lima, Perú

Jahir Hernandez Mayhuay

jahir.hernandez@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos UNMSM, Lima, Perú

Marcelo Damian Chapañan

marcelo.damian@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos UNMSM, Lima, Perú

María Puelles-Bulnes

mpuellesb@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos UNMSM, Lima, Perú

Rubén Gil-Calvo

rgilc@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos UNMSM, Lima, Perú

Javier Cabrera-Díaz

jcabrerad@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos UNMSM, Lima, Perú

Gisella Luisa Elena Maquen-Niño

gmaquenn@unprg.edu.pe

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque-Perú

Abstract

This study presents a route optimization model based on genetic algorithms applied to Parque de las Leyendas, located in the district of San Miguel, in Lima, Peru. This space is the largest zoo in the country, with an approximate area of 130 hectares and 215 species of animals distributed in various thematic areas, which generates a complex environment for the efficient planning of routes. The proposed model simultaneously integrates three fundamental criteria: distance, time and rating of points of interest, approaching the problem from a multi-objective perspective. Unlike traditional approaches that optimize a single factor, the methodology developed allows the generation of balanced routes adapted to different visitor profiles and time constraints. The results obtained

through computational simulation show improvements in the efficiency of the route and in the strategic distribution of attractions visited. In this sense, the model constitutes a tool to support the management and planning of large-scale tourist spaces, with the potential for replicability in other regional destinations that have similar territorial and operational characteristics.

Keywords: Genetic algorithm, route optimization, Legends Park, Peru, traveling salesman problem, tourism management.

JEL Codes: C61; R11; Z32.

Resumen

Este estudio presenta un modelo de optimización de rutas basado en algoritmos genéticos aplicado al Parque de las Leyendas, ubicado en el distrito de San Miguel, en Lima, Perú. Este espacio constituye el zoológico más grande del país, con una extensión aproximada de 130 hectáreas y 215 especies de animales distribuidas en diversas zonas temáticas, lo que genera un entorno complejo para la planificación eficiente de recorridos. El modelo propuesto integra simultáneamente tres criterios fundamentales: distancia, tiempo y calificación de los puntos de interés, abordando el problema desde una perspectiva multiobjetivo. A diferencia de los enfoques tradicionales que optimizan un único factor, la metodología desarrollada permite generar rutas equilibradas adaptadas a distintos perfiles de visitante y restricciones temporales. Los resultados obtenidos mediante simulación computacional evidencian mejoras en la eficiencia del recorrido y en la distribución estratégica de atracciones visitadas. En este sentido, el modelo constituye una herramienta de apoyo a la gestión y planificación de espacios turísticos de gran escala, con potencial de replicabilidad en otros destinos regionales que presenten características territoriales y operativas similares.

Palabras-clave: Algoritmo genético, optimización de rutas, Parque de las Leyendas, problema del viajero, gestión turística.

Códigos JEL: C61; R11; Z32.

1. INTRODUCCIÓN

El Parque de las Leyendas, inaugurado en 1964, constituye el parque zoológico más grande del Perú y uno de los destinos turísticos más emblemáticos de Lima. Con una extensión de 130 hectáreas y una rica variedad de atracciones que incluyen 215 especies de animales distribuidas en diferentes zonas temáticas, el parque ofrece una experiencia única para sus visitantes (Municipalidad de Lima, 2023; Perez Ruiz, 2007). Sin embargo, debido a su gran tamaño y la dispersión de sus principales puntos de interés, recorrerlo eficientemente representa un desafío significativo para los turistas. Este contexto hace que la optimización de rutas dentro del parque se presente como un problema relevante, cuyo abordaje permite mejorar sustancialmente la experiencia de los visitantes al reducir tiempos de desplazamiento y maximizar el acceso a las atracciones más destacadas.

Esta investigación tiene como objetivo diseñar un sistema de optimización de rutas que permita a los visitantes recorrer eficientemente el parque. La solución propuesta genera rutas personalizadas considerando las distancias entre los puntos de interés, el tiempo disponible del visitante y la valoración de las atracciones, con el fin de maximizar la satisfacción del usuario y optimizar el aprovechamiento del espacio turístico.

En este contexto, los algoritmos genéticos han demostrado ser herramientas eficaces para resolver problemas complejos de enrutamiento en diversos escenarios, como la optimización de rutas de vehículos o la planificación logística. Por ejemplo, en un estudio realizado en la Universidad Nacional Tenaga (UNITEN), se utilizó un algoritmo genético para optimizar las rutas de ocho buses que operaban en un campus universitario, logrando una reducción significativa en la distancia y el tiempo de recorrido, además de disminuir costos asociados al transporte, consumo de combustible y mantenimiento vehicular (Mohammed et al., 2017). Este caso de estudio resalta la capacidad de

los algoritmos genéticos para abordar problemas de enrutamiento y su aplicabilidad en contextos reales, lo que respalda su uso en la optimización de recorridos en el Parque de las Leyendas.

La novedad científica de la investigación radica en la utilización de algoritmos genéticos, una técnica avanzada de inteligencia artificial en un contexto turístico específico. A través de la adaptación de este método al contexto del Parque de las Leyendas, se busca ofrecer rutas personalizadas que consideren factores como la distancia, el tiempo y las calificaciones de los puntos de interés. Esto contribuye al campo de la informática aplicada, así como también crea precedentes para la gestión de grandes espacios turísticos a nivel nacional. La integración de herramientas tecnológicas en el turismo abre nuevas posibilidades para mejorar la sostenibilidad, la experiencia de usuario y la eficiencia operativa en destinos turísticos de gran extensión geográfica.

En las siguientes secciones, se detallan los fundamentos teóricos del algoritmo genético, la metodología implementada y los resultados obtenidos, destacando las contribuciones específicas de este trabajo en el ámbito de la gestión turística y la optimización de recursos, finalizando con la discusión de resultados, conclusiones, limitaciones y líneas de investigación futuras.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Tecnología e innovación en espacios turísticos

Existen varias investigaciones que han tratado de abordar el tema de destinos turísticos con la aplicación de sistemas y herramientas informáticas.

Una investigación explora como las dimensiones experienciales de la realidad virtual (RV) impactan en la percepción de los visitantes en los centros de juegos de destinos turísticos, influyendo en la satisfacción del visitante, utilizando un conjunto de datos recopilado mediante encuestas a visitantes de diferentes centros turísticos equipados con tecnologías de RV, centrándose la investigación en el análisis descriptivo y estadístico de las respuestas. Los resultados reflejan que las dimensiones experienciales como la inmersión y la interactividad tienen un impacto positivo en la percepción general del visitante y su intención de regreso al centro turístico. Concluye que la integración de la RV en los centros de juego de destinos turísticos es una herramienta efectiva para mejorar la experiencia del visitante lo que sugiere un potencial mercado para el crecimiento del turismo basado en tecnología (Rina & Joby, 2024).

Otra investigación explora cómo los chatbots pueden usarse como herramientas alternativas de comunicación en la gestión de desastres turísticos, evaluando la efectividad de la difusión de información crítica durante emergencias, utilizando un conjunto de acontecimientos en los que se utilizaron chatbots en destinos turísticos de Turquía afectados por desastres. Los resultados demuestran que los chatbots son efectivos para proporcionar información relevante reduciendo la ansiedad de los turistas en situaciones difíciles. Se concluye que los chatbots son herramientas de bajo costo que permiten mejorar la comunicación en caso de crisis en destinos turísticos (Sharon Treasa & Bindu Vazhakkatte, 2023).

Rodríguez Correa et al., (2023) analizan las tendencias actuales de la adopción de inteligencia artificial (IA) en el sector turístico, resaltando la importancia de estas tecnologías en la transformación de operaciones y experiencias de los turistas, realizando una revisión bibliográfica mediante análisis cualitativo de artículos sobre el tema, encontrándose como resultados que la IA permite una personalización avanzada y una mayor eficiencia operativa, concluyendo que la IA es una tendencia en aumento que redefine las estrategias del negocio en el sector turismo.

Otra investigación sobre los paradigmas inteligentes 4.0 indica cómo fomentan la innovación en destinos turísticos para mejorar la sostenibilidad y experiencia del turista, realizando un estudio de casos en varios destinos donde se han adoptado estas tecnologías.

Los resultados muestran que los destinos que adoptan estas tecnologías mejoran la experiencia del turista y promueven una gestión más eficiente de los recursos, concluyendo que los paradigmas inteligentes son esenciales para el futuro del turismo sostenible (Rodrigues et al., 2022).

2.2. Algoritmos genéticos para optimización de rutas

La investigación de Huarote Zegarra et al., (2021) se centra en la aplicación de algoritmos genéticos para encontrar la ruta más corta entre puntos geográficos utilizando la distancia de Haversine para calcular distancias en coordenadas dadas por el GPS, el mapa de nodos incluye las coordenadas de los puntos geográficos a buscar y el algoritmo genético incluye operadores de selección cruce y mutación para evolucionar una población de rutas, buscando minimizar la distancia total, los resultados indican que se pueden encontrar rutas óptimas en tiempos aceptables incluso al aumentar el número de puntos geográficos considerados inicialmente. Se concluye que los algoritmos genéticos ofrecen soluciones cercanas al óptimo con una complejidad media para resolver problemas de optimización de rutas en contextos geográficos.

Otra investigación desarrolló un algoritmo genético para determinar una ruta óptima turística en la ciudad de Panamá, siendo esencial encontrar una ruta que pase por varios puntos de interés una sola vez y que minimice la distancia total recorrida abordando el clásico problema de Traveling Salesman Problem (TSP), utilizando como nodos ubicaciones de sitios turísticos de la ciudad. El algoritmo genético utiliza la representación de rutas como cromosomas y aplica operadores genéticos para evolucionar hacia soluciones óptimas. El autor concluye que los algoritmos genéticos proporcionan soluciones eficientes en tiempos aceptables para la búsqueda de rutas turísticas, siendo recomendable su implementación en otros problemas de optimización de rutas en el ámbito turístico (Trujillo-González, 2019).

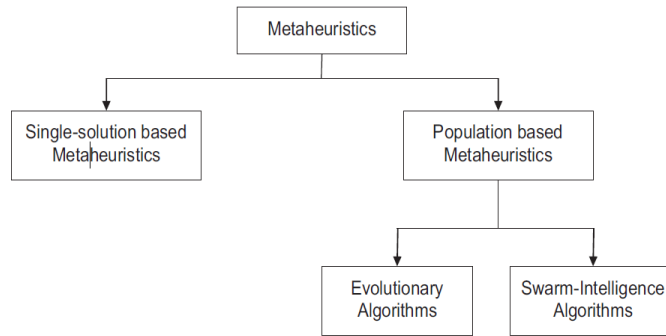
Los algoritmos genéticos también han demostrado importante eficacia en optimizar rutas urbanas, como en la recolección de residuos sólidos en Lima (Vega-Huerta et al., 2025)

Estas investigaciones destacan la importancia de utilizar algoritmos genéticos y herramientas tecnológicas para mejorar la eficiencia en el sector turístico y poder optimizar la experiencia del visitante a destinos turísticos.

La efectividad de los sistemas de optimización depende también de factores organizacionales y humanos, cuya integración con herramientas tecnológicas ha sido documentada en trabajos recientes en contextos latinoamericanos (Bravo-Jaico et al., 2025; De-la-cruz-vdv et al., 2023; De-La-Cruz-VdV et al., 2025; López-Córdova et al., 2025; Vega-huerta et al., 2023, 2025; Vega-Huerta, Chunga-Vargas, et al., 2025; Vega-Huerta, Gutierrez-Mejía, et al., 2025; Vega-Huerta, Vilca Velasquez, et al., 2025).

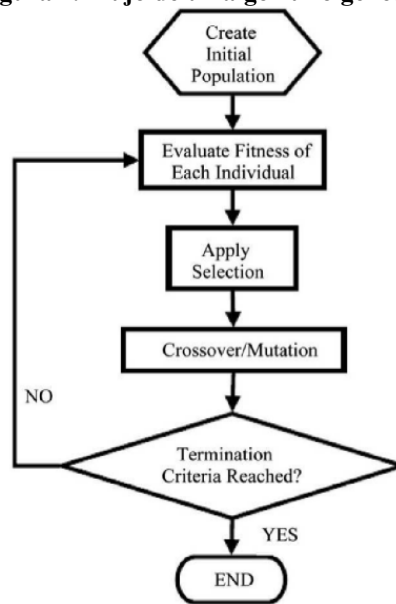
En los últimos años, los algoritmos metaheurísticos se utilizan para resolver problemas complejos de la vida real que surgen de diferentes campos, como la economía, la ingeniería, la política y la gestión; como se aprecia en la figura 1, estos algoritmos se clasifican ampliamente en dos categorías, a saber, solución única y algoritmo metaheurístico basado en la población. Los algoritmos metaheurísticos basados en una solución única utilizan una solución candidata única y mejoran esta solución mediante el uso de la búsqueda local. Estos algoritmos generalmente utilizan una estrategia de búsqueda exhaustiva para examinar todas las posibles soluciones y seleccionar la mejor. Sin embargo, la solución obtenida a partir de metaheurísticas basadas en una sola solución puede quedar atrapada en los óptimos locales. Las metaheurísticas basadas en la población utilizan múltiples soluciones candidatas durante el proceso de búsqueda. Estas metaheurísticas mantienen la diversidad en la población y evitan que las soluciones se atasquen en los óptimos locales. Algunos de los algoritmos metaheurísticos basados en poblaciones más conocidos son el algoritmo genético (GA), la optimización de enjambre de partículas (PSO), la optimización de colonias de hormigas, entre otros (Katoch et al., 2021).

Figura 1. Clasificación de algoritmos metaheurísticos



(Katoch et al., 2021)

Figura 2. Flujo de un algoritmo genético

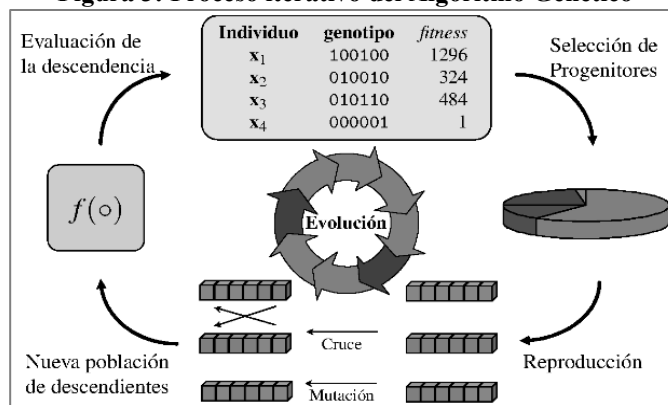


(Hassanat et al., 2019)

El algoritmo genético (GA) es un algoritmo de optimización inspirado en la selección natural. Es un algoritmo de búsqueda basado en la población, que utiliza el concepto de supervivencia del más apto. Las nuevas poblaciones se producen mediante la aplicación iterativa de operadores genéticos sobre individuos presentes en la población. La representación cromosómica, la selección, el cruce, la mutación y el cálculo de la función de aptitud son los elementos clave de GA. GA cambia dinámicamente el proceso de búsqueda a través de las probabilidades de cruce y mutación y llega a la solución óptima. GA puede modificar los genes codificados. GA puede evaluar múltiples individuos y producir múltiples soluciones óptimas. Por lo tanto, GA tiene una mejor capacidad de búsqueda global (Katoch et al., 2021), (Zhou et al., 2020), (Chen et al., 2020), (MyMov, 2022), (Sancho Caparrini, 2019).

En la figura 2 se puede ver el flujo que sigue comúnmente un algoritmo genético. Los componentes comunes dependientes del problema en un algoritmo genético incluyen lo siguiente: la codificación y las funciones de evaluación (Hassanat et al., 2019).

La figura 3 muestra el proceso de iteraciones sucesivas hasta obtener soluciones suficientemente buenas para resolver el problema. La entrada del Algoritmo Genético son un conjunto de soluciones potenciales a resolver el problema, estas se codifican y son evaluadas por una función llamada fitness que elegirá a las soluciones más aptas para el objetivo. A estas soluciones que llamaremos candidatas se les permite reproducirse. Seguidamente los descendientes de estos que son la nueva población serán sometidos al proceso de mutación y continuar con el ciclo en una nueva iteración.

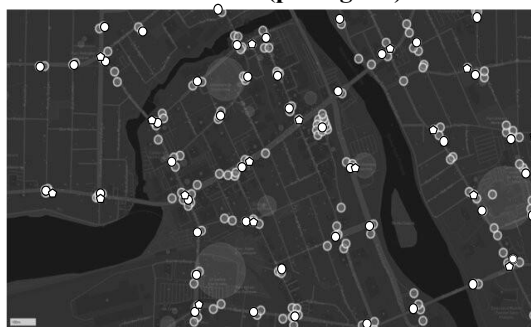
Figura 3: Proceso iterativo del Algoritmo Genético


(Sancho Caparrini, 2019)

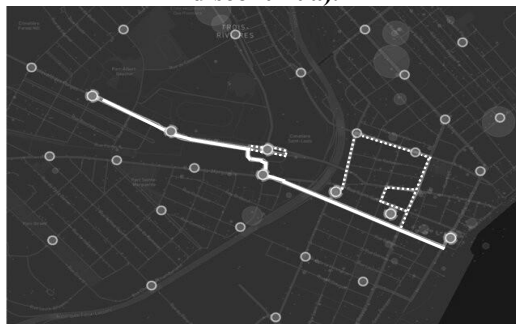
En el contexto específico de la optimización de rutas, los algoritmos genéticos han demostrado su eficacia para resolver problemas complejos, como el Problema del Viajante y el Problema de enrutamiento de vehículos (Baker & Ayechev, 2003), (Thangiah, 2014). Estos problemas comparten similitudes con la gestión de rutas en el Parque de las Leyendas, ya que implican encontrar la secuencia más eficiente para visitar una serie de ubicaciones, minimizando la distancia recorrida o el tiempo de viaje.

Recientemente (Bourbonnais et al., 2019) proponen un diseño de una red de tránsito mediante algoritmos genéticos donde demuestran que la realización de optimizaciones de algoritmos genéticos utilizando datos de la red de carreteras local, de la red de tránsito y datos de la demanda de transporte público en tres ciudades de Canadá (Sherbrooke, Saguenay and Trois-Rivières) que tienen de 100.000 a 200.000 habitantes, generando escenarios de un 10% y un 20% más de eficiencia que las redes existentes.

La figura 4 muestra el conjunto de 708 paradas actuales que existen en el recorrido de la ciudad Sherbrooke. Luego de la agregación de paradas estratégicas se realiza la selección con las simulaciones se obtiene 332 paradas seleccionadas.

Figura 4: Paradas existentes (círculos grises), paradas agregadas (círculos blancos) y paradas de simulación (pentágono).


Adaptado de (Bourbonnais et al., 2019).

Figura 5: Comparación de recorrido convencional (línea continua) y recorrido simulado (línea discontinua).


Adaptado de (Bourbonnais et al., 2019).

La figura 5 muestra una comparación entre el recorrido actual de las rutas en Trois-Rivières y el recorrido estratégico simulado. Donde el tiempo de viaje simulado es 2,3 veces más rápido respecto al actual.

En la literatura existente, se han realizado estudios sobre la optimización de rutas utilizando algoritmos genéticos en diversos contextos, sin embargo, hasta donde sabemos, no se ha explorado específicamente la aplicación de algoritmos genéticos para la optimización de rutas en el Parque de las Leyendas (Campos Vasquez et al., 2021).

3. METODOLOGÍA

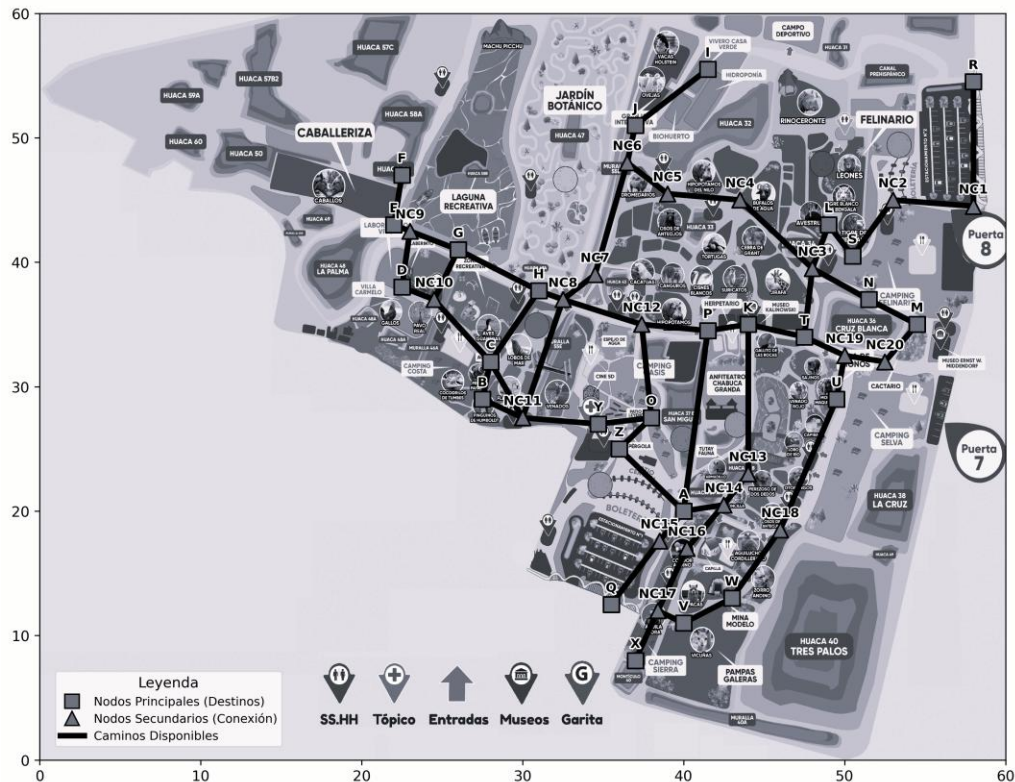
En este artículo, se presenta un enfoque basado en algoritmos genéticos para optimizar las rutas peatonales de visita turística en el Parque de las Leyendas, que incluye preparación de los datos donde se elaborará el mapa de nodos y coordenadas, luego selección de individuos usando la técnica de ruleta o Roulette Wheel Selection, cruzamiento usando el operador PMX - Partially Mapped Crossover y mutación usando el operador flip-bit que son procesos de los algoritmos genéticos. En cuanto a los perfiles de visitante considerados en el modelo, estos se definen como un único grupo genérico diferenciado únicamente por la restricción de tiempo disponible para el recorrido: visitantes con tiempo acotado (entre 60 y 120 minutos) y visitantes sin restricción temporal. No se modelaron segmentos específicos como familias, estudiantes o visitantes con sensibilidad ambiental, dado que la función fitness ya incorpora la calificación de atracciones como proxy de preferencia agregada. La segmentación por motivación o perfil demográfico constituye una extensión natural de la modelo propuesta como línea de trabajo futuro.

3.1 . Preparación de datos

En la Figura 6 se presenta la representación espacial de los puntos de interés en el Parque de las Leyendas, mapeados sobre un plano cartesiano para determinar las coordenadas exactas de cada destino. Estos datos constituyen el espacio de búsqueda para el algoritmo genético propuesto. Como base cartográfica, se empleó el mapa oficial del centro recreativo.

En esta visualización, los nodos representados por cuadrados corresponden a los lugares de entretenimiento principales y puntos de destino clave. Por otro lado, los nodos representados por triángulos funcionan como puntos de paso o nodos secundarios; estos últimos permiten interconectar las rutas principales, optimizando la topología del grafo y agilizando la eficiencia computacional durante la ejecución del experimento.

Figura 6: Plano del Parque de las Leyendas con coordenadas de cada lugar de visita.



En las Tablas 1 y 2 se detallan los nodos que conforman el grafo del parque, incluyendo su numeración, el nombre del punto de interés y sus coordenadas cartesianas (x, y). Para facilitar la identificación en la cartografía de la Figura 6, los nodos de la Tabla 1 (Nodos Principales) se representan mediante cuadrados, mientras que los de la Tabla 2 (Nodos Secundarios) se identifican con triángulos.

Asimismo, la valoración de las atracciones se visualiza mediante una escala de intensidad de grises. Los nodos principales presentan tonos oscuros proporcionales a su nivel de calificación; por el contrario, los nodos secundarios se muestran en color blanco, debido a que poseen una calificación nula (0) al funcionar estrictamente como puntos de transición y no como destinos de interés turístico.

La Tabla 3 muestra una parte de la matriz de adyacencia donde se muestra la relación de adyacencia de cada nodo con cada uno del total de nodos.

La Tabla 4 muestra una parte de la matriz de distancia donde se muestra la relación de cercanía en metros de cada nodo respecto a cada uno del total de nodos.

La Tabla 5 presenta un segmento de la matriz de tiempo, la cual detalla el costo de desplazamiento expresado en minutos entre cada par de nodos del sistema. A diferencia de la métrica de distancia, esta matriz permite considerar la velocidad promedio de caminata del visitante y la topología de los senderos, proporcionando una base temporal para que el algoritmo genético optimice las rutas en función de la eficiencia del recorrido y la disponibilidad de tiempo del usuario.

La Tabla 6 presenta la matriz de calificación de las atracciones, cuya estructura difiere de las métricas de distancia y tiempo. Mientras que el tiempo y la distancia presentan una naturaleza simétrica entre dos nodos, la calificación se define en función del nodo de destino.

Bajo esta lógica, el valor asignado a un arco entre el nodo i y el nodo j corresponde al nivel de interés del nodo j. Por ejemplo, en un desplazamiento desde el nodo 5 hacia el nodo 6, se asigna la calificación del nodo 6 (valor de 5); no obstante, en el sentido inverso (del nodo 6 al 5), el peso del arco asume la calificación del nodo 5. Esta asimetría en la matriz es fundamental para que el algoritmo genético priorice rutas que culminen en puntos de alto valor, maximizando la experiencia del visitante en cada transición del recorrido.

Tabla 1: Conjunto de nodos principales del Parque con coordenadas cartesianas.

Nodo	Nº	Nodo	x	y
A	1	Boletería	40	20
B	2	Pingüinos	27.5	29
C	3	Acuario	28	32
D	4	Villa Carmelo	22.5	38
E	5	Mariposario	22	43
F	6	Caballeriza	22.5	47
G	7	Laguna Recreativa	26	41
H	8	Jardín Botánico	31	37.7
I	9	Vivero Casa Verde	41.5	55.5
J	10	Granja Interactiva	37	51
K	11	Museo Kalinowski	44	35
L	12	Felinario	49	43
M	13	Museo de sitio Ernst W.	54.5	35
N	14	Huaca Cruz Blanca	51.5	37
O	15	Huaca San Miguel	38	27.5
P	16	Anfiteatro Chabuca Granda	41.5	34.5
Q	17	Estacionamiento Playa 1	35.5	12.5
R	18	Estacionamiento Playa 2	58	54.5
S	19	Camping Felinario	50.5	40.5
T	20	Isla de Monos	47.5	34
U	21	Camping Selva	49.5	29
V	22	Pampa Galeras	40	11
W	23	Mina Modelo	43	13
X	24	Camping Sierra	37	8
Y	25	Cine 5D	34.7	27
Z	26	Tópico	36	25

Tabla 2: Conjunto de nodos secundarios del Parque con coordenadas cartesianas.

Nodo	Nº	Nodo	x	y
NC1	27	NC1	58	44.5
NC2	28	NC2	53	45
NC3	29	NC3	48	39.5
NC4	30	NC4	43.5	45
NC5	31	NC5	39	45.5
NC6	32	NC6	36.5	48
NC7	33	NC7	34.5	39
NC8	34	NC8	32.5	37
NC9	35	NC9	23	42.5
NC10	36	NC10	24.5	37
NC11	37	NC11	30	27.5
NC12	38	NC12	37.4	35
NC13	39	NC13	44	23
NC14	40	NC14	42.5	20.5
NC15	41	NC15	38.5	17.6
NC16	42	NC16	40.2	17
NC17	43	NC17	38.4	12
NC18	44	NC18	46	18.5
NC19	45	NC19	50	32.5
NC20	46	NC20	52.5	32

Tabla 3: Matriz con ejemplos de advacencia de los principales nodos.

[illegible]

Tabla 4: Matriz de distancia de los principales nodos.

[illegible]

Tabla 5: Matriz de tiempo de los principales nodos.

[illegible]

Tabla 6: Matriz de calificación de los principales nodos.

[illegible]

Las distancias entre nodos registradas en la matriz de distancia, mostrada en la Tabla 4, no corresponden a distancias euclidianas directas, sino a distancias reales de recorrido peatonal medidas sobre los senderos transitables del parque. Estas distancias fueron obtenidas mediante el trazado manual de rutas sobre el plano oficial del parque, siguiendo únicamente los caminos habilitados para visitantes, e incorporadas directamente en la matriz de adyacencia como pesos de las aristas del grafo. De este modo, el grafo resultante refleja la red de senderos reales y no conexiones en línea recta entre puntos de interés.

De manera similar se cuenta con la matriz de tiempos que almacena la relación de tiempo en minutos de cada nodo respecto a llegar a cada uno del total de nodos, la matriz de calificación que almacena la estimación que tienen los visitantes respecto a cada lugar que visitan con calificaciones de 1 al 5.

Las calificaciones de cada atracción fueron obtenidas de la plataforma Google Maps, consultada en diciembre de 2024, tomando el promedio de valoraciones disponibles para cada punto de interés con un mínimo de 50 reseñas por nodo. En los casos en que la atracción no contaba con valoración propia en dicha plataforma, se asignó la calificación promedio del área temática a la que pertenece. Se reconoce que estas calificaciones representan una aproximación basada en percepciones agregadas de usuarios y no constituyen una medición empírica directa con visitantes del parque; su validación mediante encuestas presenciales constituye una línea prioritaria de trabajo futuro. El tiempo registrado en la matriz de tiempos fue estimado considerando dos componentes: (i) el tiempo de tránsito entre nodos, calculado asumiendo una velocidad media de caminata de 3.6 km/h (equivalente a 1 metro por segundo), valor estándar para entornos peatonales recreativos con afluencia moderada (Yang et al., 2020); y (ii) un tiempo de permanencia estimado por atracción, asignado en función de la categoría del nodo: 5 minutos para nodos de tránsito o conexión, 10 minutos para atracciones de tamaño pequeño y 15 minutos para las principales exhibiciones. Este tiempo de permanencia fue incorporado como un atributo fijo de cada nodo y sumado al tiempo de tránsito en el cálculo total de la ruta. Se reconoce que factores como la densidad de visitantes, colas de espera y condiciones climáticas pueden alterar estos valores, razón por la cual se consideran como estimaciones base susceptibles de calibración en implementaciones futuras.

3.2 Algoritmos genéticos

El primer paso es generar la población inicial con cierto número de individuos, y cada individuo se expresa como el código genético del cromosoma. La convergencia, el rendimiento y la eficacia se ven afectados por la definición de la población inicial (Wang et al., 2022). La función fitness es el estándar de evaluación del plan de la ruta a tomar y esta representa la capacidad de supervivencia del individuo genético (Yang et al., 2020). La aptitud es importante porque permite saber la calidad del individuo con respecto a los otros dentro de la población, esto permite al momento de realizar la selección escoger individuos con una aptitud mejor para lograr cruzar estos individuos para así sus genes aparezcan para la próxima generación (Rodríguez Cevallos et al., 2020).

La función fitness fue diseñada con base en una función heurística que evalúa la calidad de cada solución candidata dentro de la población, considerando simultáneamente los factores de distancia, tiempo y calificación de las atracciones

Los factores que seleccionamos son la distancia (d) de la ruta entre dos lugares específicos, el tiempo (t) que demora tanto para llegar a un lugar específico y aprovechar el tiempo de observarlo, y la calidad (c) que ofrece la ruta; además también tenemos en cuenta la repetición ($r1$ y $r2$) de los segmentos de ruta donde lo realizamos con la visita seguida de un mismo lugar.

Al combinar estos factores con su respectivo peso y relevancia, se tiene función fitness (1):

$$F = \sum (c * 0.25 - d * 0.1875 - t * 0.1875 - \sum (r1 * 0.125 - r2 * 0.25)) \quad (1)$$

La selección de los pesos asignados a cada factor en la función fitness responde a tres criterios. Primero, la calificación (c) recibe el mayor peso (0.25) dado que el objetivo central del sistema es maximizar la experiencia del visitante, lo cual está alineado con estudios previos que priorizan la satisfacción del usuario sobre la eficiencia física en contextos de turismo recreativo (Yang et al.,

2020). Segundo, la distancia (d) y el tiempo (t) reciben pesos iguales (0.1875 cada uno), reflejando que ambas variables contribuyen de forma equivalente al esfuerzo físico del recorrido; esta simetría es consistente con la literatura de optimización de rutas peatonales (Huarote Zegarra et al., 2021). Tercero, los pesos de penalización por repetición de segmentos ($r_1=0.125$, $r_2=0.25$) fueron asignados de forma proporcional a la severidad del fenómeno: una primera repetición penaliza menos que una segunda, siguiendo un criterio de penalización escalonada. Los valores específicos fueron calibrados mediante pruebas piloto sobre el grafo del parque, evaluando cinco pares origen-destino representativos (Q-F, Q-R, Q-Z, Q-S y Q-U) y comparando el fitness promedio, el número de nodos principales visitados y la calificación acumulada bajo 12 configuraciones de pesos candidatas. Se seleccionó la configuración que produjo de forma consistente el mayor número de nodos de alta calificación visitados dentro de un tiempo de recorrido no superior a 90 minutos. Se reconoce que esta calibración tiene carácter heurístico y que la determinación empírica de los pesos mediante preferencias declaradas por visitantes reales, o mediante técnicas de optimización de hiperparámetros como búsqueda en cuadrícula (grid search) o algoritmos bayesianos, constituye una limitación metodológica abordada como línea prioritaria de trabajo futuro.

3.2.1 Selección de Individuos

La etapa de la selección hace que los individuos con alta aptitud sobrevivan con una alta probabilidad (Wang et al., 2022), (Cruz-Piris et al., 2019). La función fitness es el estándar. En este trabajo se implementa el método de selección por ruleta (Roulette Wheel Selection), elegido por su capacidad de mantener la diversidad poblacional mientras favorece a los individuos más aptos. Este operador asigna probabilidades de selección proporcionales al fitness de cada individuo, permitiendo que las mejores soluciones tengan mayor probabilidad de ser seleccionadas sin eliminar completamente las soluciones menos óptimas. La aplicación de este método a nuestro problema se aplica generando una probabilidad de selección por cada individuo en un rango de 0 a 1, donde los valores generados indican la probabilidad relativa de selección de cada elemento.

```
def seleccion_ruleta(poblacion, num_seleccionados):
    aptitud_total = sum([f.fitness_3v(ruta) for ruta in poblacion])

    if aptitud_total <= 0:
        return [] # Control de aptitud no válida

    # Cálculo de probabilidades basado en fitness
    probabilidades = [f.fitness_3v(ruta) / aptitud_total for ruta in poblacion]

    seleccionados = []
    repetidosSEL = []
    for i in range(num_seleccionados):
        if len(poblacion) == 0:
            break

        # Selección ponderada basada en fitness
        indice = random.choices(range(len(poblacion)), weights=probabilidades, k=1)[0]
        elemento = poblacion[indice]
        seleccionados.append(elemento)
        repetidosSEL.append(elemento)

        # Control de diversidad
        if contar_repeticiones(elemento, repetidosSEL) >= 2:
            poblacion.remove(elemento)
            probabilidades.pop(indice)

    return seleccionados
```

El proceso de selección opera en tres fases principales:

1. Cálculo de probabilidades:
 - Suma el fitness total de la población
 - Asigna a cada individuo una probabilidad proporcional a su fitness
2. Selección de individuos:
 - Utiliza el método random.choices con pesos basados en el fitness
 - Realiza selecciones ponderadas hasta alcanzar el número deseado

3. Control de diversidad:

- Monitorea la frecuencia de cada individuo seleccionado
- Elimina individuos que exceden dos apariciones
- Actualiza las probabilidades después de cada eliminación

3.2.2 Cruzamiento

El algoritmo implementa una variante del operador de cruzamiento PMX (Partially Mapped Crossover) adaptado para problemas de ruteo. Este operador fue seleccionado por su capacidad de preservar el orden y la posición de los segmentos de ruta, características cruciales en problemas de optimización de rutas con restricciones de conectividad. El cruzamiento utilizado es similar al cruzamiento de orden (OX) o cruzamiento parcialmente mapeado (PMX), pero para nuestro caso seleccionamos un segmento de uno de los padres y ese segmento lo tendrá el hijo, después el otro padre completará los elementos faltantes si es que tiene alguna relación; pues en el caso de rutas se sigue una secuencia de lugares con rutas establecidas donde hay lugares que no tienen conexiones.

El cruzamiento opera seleccionando aleatoriamente pares de padres para generar dos hijos por cada operación.

```
def cruzar(padre1, padre2):
    hijo = [None] * len(padre1)
    hijo, guardar, origen, destino, ini, fin, cantidad = gp1s.padre1_segmento(padre1)
    inicio = ini - 1
    final = fin + 1

    segmento2 = gp2s.segmentos(padre2, origen, destino, cantidad)
    if len(segmento2) == 0:
        if origen == destino:
            if cantidad == 3:
                lugar = gna1.lugares_interconectados(origen)
                hijo[inicio+1] = random.choice(lugar)
            else:
                rutas_igual = grii1.rutas_intermedias_x_cantidad_igual_quitando_final(origen, destino, cantidad)
                if len(rutas_igual) > 0:
                    segmento_aleatorio = random.choice(rutas_igual)
                    for i in range(len(segmento_aleatorio)):
                        hijo[inicio+i] = segmento_aleatorio[i]
                else:
                    hijo[ini:fin+1] = guardar[ini:fin+1]
            else:
                ruta_total = juntar(origen, destino, cantidad)
                if len(ruta_total) != 0:
                    segmento_aleatorio = random.choice(ruta_total)
                    for i in range(len(segmento_aleatorio)):
                        hijo[inicio+i] = segmento_aleatorio[i]
                else:
                    hijo[ini:fin+1] = guardar[ini:fin+1]
            else:
                segmento_aleatorio = random.choice(segmento2)
                for i in range(len(segmento_aleatorio)):
                    hijo[inicio+i] = segmento_aleatorio[i]

    return hijo
```

El proceso mantiene la validez de las rutas mediante tres mecanismos principales:

1. Preservación de segmentos válidos del primer padre
2. Incorporación de segmentos compatibles del segundo padre
3. Generación de nuevos segmentos válidos cuando la herencia directa no es posible

3.2.3 Mutación

La mutación introduce variabilidad genética en la población al modificar aleatoriamente características de los individuos, evitando así la convergencia prematura hacia óptimos locales. La variante más utilizada es la mutación binaria, la cual invierte el valor de un gen entre 0 y 1 según una probabilidad predefinida (Rodríguez Cevallos et al., 2020).

En esta etapa se implementa una variante del operador de mutación flip-bit, adaptada específicamente para el problema de optimización de rutas. Se emplea una tasa de mutación del 2.5%, valor seleccionado por ser lo suficientemente bajo para preservar las características positivas de las soluciones mientras mantiene la diversidad genética necesaria para evitar la convergencia prematura.

```
def metodo_mutacion(individuo, tasa_mutacion):
    for i in range(1, len(individuo)-1):
        if random.random() < tasa_mutacion:
            origen = individuo[i-1]
            destino = individuo[i+1]

            if origen == destino:
                # Caso especial: usar nodo adyacente cuando origen y destino son iguales
                ruta = ad.lugares_interconectados(origen)
                indice = random.randint(0, len(ruta)-1)
                individuo[i] = ruta[indice]
            else:
                # Obtener rutas intermedias válidas entre origen y destino
                array = juntar(origen, destino)

                if len(array) == 1:
                    individuo[i] = array[0][1]
                else:
                    if len(array) != 0:
                        indiceR = random.randint(0, len(array)-1)
                        individuo[i] = array[indiceR][1]
    return individuo
```

El operador realiza una mutación controlada que:

1. Preserva los nodos de origen y destino
2. Modifica nodos intermedios considerando la conectividad con sus adyacentes
3. Garantiza la factibilidad de las nuevas rutas generadas

4. RESULTADOS

En este apartado, evaluaremos los resultados del algoritmo genético aplicado al recorrido entre un lugar de origen y un destino, considerando cuatro perspectivas diferentes entre estos puntos. Primero, aplicaremos nuestro algoritmo genético tomando como base tres variables. Luego, analizaremos la ruta tradicional utilizando una sola variable en cada caso, es decir, distancia, tiempo o calificación. De esta manera, podremos analizar las ventajas obtenidas que se generan al incrementar la complejidad del recorrido mediante nuestro algoritmo.

En las figuras 7, 8, 9 y 10 se muestra el recorrido óptimo según el algoritmo comenzando en el estacionamiento 1 (nodo Q o 17) hasta ir a la Caballeriza (nodo F o 6) en base a 4 estrategias.

Figura 7: Ruta óptima Q-F empleando métricas de distancia, tiempo y calificación.



Figura 8: Ruta óptima Q-F empleando métrica de solo distancia.

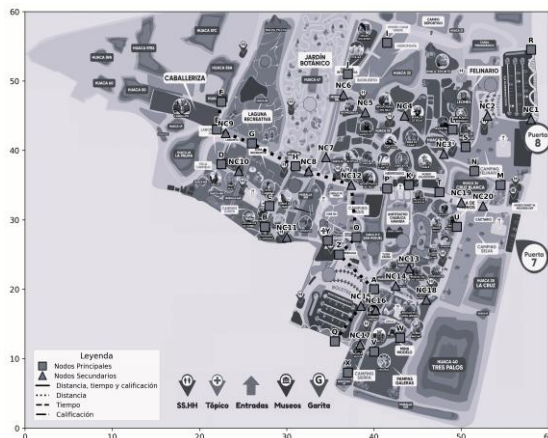
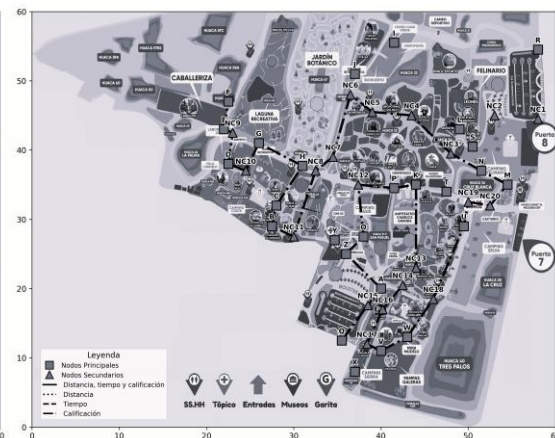


Figura 9: Ruta óptima Q-F empleando métrica de solo tiempo.**Figura 10: Ruta óptima Q-F empleando métrica de solo calificación.**

Comparando las cuatro estrategias de optimización, se observa que la ruta que incluye más lugares (nodos) es la que utiliza la calificación como criterio principal. Esto se debe a que esta variable se relaciona de manera aditiva, incrementándose al sumarse al valor total del fitness. Es decir, una ruta con más nodos tendrá un mayor valor de calificación.

Por el contrario, las rutas que optimizan distancia y tiempo de forma independiente se relacionan de manera aditiva negativa, priorizando la selección de la ruta más corta según su respectiva variable.

Finalmente, la ruta que utiliza las tres variables considera un equilibrio óptimo entre ellas. Por esta razón, incluye en su recorrido lugares como el Acuario (nodo 3), Pingüinos (nodo 2) y Laguna Recreativa (nodo 7), que poseen la calificación máxima, además de optimizar la distancia y el tiempo.

En la Tabla 7 se muestran las métricas obtenidas para las rutas optimizadas considerando diferentes pares de origen y destino empleando las 3 variables. Se incluyeron parámetros como el valor de fitness, la distancia total recorrida, el tiempo estimado de recorrido, la calificación acumulada, el recorrido realizado por la ruta y el número de lugares (nodos principales) que se han visitado con dicha ruta.

Tabla 7: Resumen de Rutas empleando métricas de distancia, tiempo y calificación.

Ruta	Mejor fitness	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Calif. total	Recorrido	Lugares visitados
Q - R	1000.41842	1155.58	55.12	63	[Q', 'NC15', 'A', 'Z', 'O', 'Y', 'NC11', 'B', 'C', 'NC10', 'D', 'NC9', 'G', 'H', 'NC8', 'NC12', 'P', 'K', 'T', 'NC19', 'NC20', 'M', 'N', 'NC3', 'L', 'S', 'NC2', 'NC1', 'R']	18
Q - M	1000.61809	852.82	36.96	51	[Q', 'NC15', 'A', 'Z', 'O', 'Y', 'NC11', 'B', 'C', 'NC10', 'D', 'NC9', 'G', 'H', 'NC8', 'NC12', 'P', 'K', 'T', 'NC3', 'N', 'M']	15
Q - F	1000.61358	512.51	18.91	34	[Q', 'NC15', 'A', 'Z', 'O', 'Y', 'NC11', 'B', 'C', 'NC10', 'G', 'NC9', 'E', 'F']	10
Q - Z	1000.06592	1151.37	55.46	56	[Q', 'NC15', 'A', 'NC14', 'NC13', 'K', 'T', 'NC19', 'NC20', 'M', 'N', 'NC3', 'NC4', 'NC5', 'NC6', 'NC7', 'NC8', 'H', 'G', 'NC9', 'D', 'NC10', 'C', 'B', 'NC11', 'Y', 'O', 'Z']	12
K - C	1000.34003	282.25	10.93	19	[K', 'P', 'NC12', 'O', 'Y', 'NC11', 'B', 'C']	6
R - T	1000.25195	1423.10	69.39	73	[R', 'NC1', 'NC2', 'S', 'L', 'NC3', 'N', 'M', 'NC20', 'NC19', 'U', 'NC18', 'W', 'V', 'NC17', 'NC16', 'NC14', 'A', 'Z', 'O', 'Y', 'NC11', 'B', 'C', 'NC10', 'D', 'NC9', 'G', 'H', 'NC8', 'NC12', 'P', 'K', 'T']	20
V - J	1000.33059	1063.87	50.94	57	[V', 'NC17', 'NC16', 'NC14', 'A', 'Z', 'O', 'Y', 'NC11', 'B', 'C', 'NC10', 'G', 'H', 'NC8', 'NC12', 'P', 'K', 'T', 'NC19', 'NC20', 'M', 'N', 'NC3', 'NC4', 'NC5', 'NC6', 'J']	15
K - D	1000.43542	471.64	20.27	30	[K', 'P', 'NC12', 'O', 'Y', 'NC11', 'B', 'C', 'H', 'G', 'NC10', 'D']	9
V - U	1000.53378	834.95	35.07	48	[V', 'NC17', 'NC16', 'NC14', 'A', 'Z', 'O', 'Y', 'NC11', 'B', 'C', 'NC10', 'D', 'NC9', 'G', 'H', 'NC8', 'NC12', 'P', 'K', 'T', 'NC19', 'U']	14
W - B	1000.33316	829.75	39.82	46	[W', 'NC18', 'U', 'NC19', 'NC20', 'M', 'N', 'NC3', 'T', 'K', 'P', 'NC12', 'NC8', 'H', 'G', 'NC9', 'D', 'NC10', 'C', 'B']	12
Total		8577.84	392.87	477		131

En la Tabla 8 se muestran las métricas obtenidas para las rutas optimizadas considerando diferentes pares de origen y destino empleando solo la variable distancia.

Tabla 8: Resumen de Rutas tradicionales empleando solo métrica de distancia.

Ruta	Mejor fitness	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Calificación total	Recorrido	Lugares visitados
Q - R	999.20553	617.65	32.83	22	[Q', 'NC15', 'A', 'P', 'K', 'T', 'NC3', 'L', 'S', 'NC2', 'NC1', 'R']	8
Q - M	999.50369	385.84	22.44	16	[Q', 'NC15', 'A', 'P', 'K', 'T', 'NC19', 'NC20', 'M']	6
Q - F	999.39137	473.16	23.38	24	[Q', 'NC15', 'A', 'Z', 'O', 'NC12', 'NC8', 'H', 'G', 'NC9', 'E', 'F']	8
Q - Z	999.80512	151.5	8.35	4	[Q', 'NC15', 'A', 'Z']	3
K - C	999.74187	200.68	9.21	11	[K', 'P', 'NC12', 'NC8', 'H', 'C']	4
R - T	999.58516	322.51	15.64	14	[R', 'NC1', 'NC2', 'S', 'L', 'NC3', 'T']	4
V - J	999.34241	511.23	30.47	18	[V', 'W', 'NC18', 'U', 'NC19', 'T', 'NC3', 'NC4', 'NC5', 'NC6', 'J']	5
K - D	999.64627	275.00	12.46	15	[K', 'P', 'NC12', 'NC8', 'H', 'G', 'NC9', 'D']	5
V - U	999.73067	209.38	14.13	6	[V', 'W', 'NC18', 'U']	3
W - B	999.50954	381.29	16.68	20	[W', 'V', 'NC17', 'NC16', 'NC14', 'A', 'Z', 'O', 'Y', 'NC11', 'B']	7
Total		3608.56	185.59	150		53

En la Tabla 9 se muestran las métricas obtenidas para las rutas optimizadas considerando diferentes pares de origen y destino empleando solo la variable tiempo.

Tabla 9: Resumen de Rutas tradicionales empleando solo métrica de tiempo.

Ruta	Mejor fitness	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Calificación total	Recorrido	Lugares visitados
Q - R	999.27733	621.03	31.99	22	[Q', 'NC15', 'A', 'NC14', 'NC13', 'K', 'T', 'NC3', 'L', 'S', 'NC2', 'NC1', 'R']	7
Q - M	999.51182	389.22	21.60	16	[Q', 'NC15', 'A', 'NC14', 'NC13', 'K', 'T', 'NC19', 'NC20', 'M']	5
Q - F	999.60015	493.57	17.70	27	[Q', 'NC15', 'A', 'Z', 'O', 'Y', 'NC11', 'C', 'NC10', 'D', 'NC9', 'E', 'F']	9
Q - Z	999.81137	151.5	8.35	4	[Q', 'NC15', 'A', 'Z']	3
K - C	999.75308	282.25	10.93	19	[K', 'P', 'NC12', 'O', 'Y', 'NC11', 'B', 'C']	6
R - T	999.64646	322.51	15.64	14	[R', 'NC1', 'NC2', 'S', 'L', 'NC3', 'T']	4
V - J	999.44766	533.64	24.45	16	[V', 'NC17', 'NC16', 'NC14', 'NC13', 'K', 'P', 'NC12', 'NC8', 'NC7', 'NC6', 'J']	4
K - D	999.72823	355.32	12.03	18	[K', 'P', 'NC12', 'O', 'Y', 'NC11', 'C', 'NC10', 'D']	6
V - U	999.68079	209.38	14.13	6	[V', 'W', 'NC18', 'U']	3
W - B	999.62319	381.29	16.68	20	[W', 'V', 'NC17', 'NC16', 'NC14', 'A', 'Z', 'O', 'Y', 'NC11', 'B']	7
Total		3739.71	176.6	162		51

En la Tabla 10 se muestran las métricas obtenidas para las rutas optimizadas considerando diferentes pares de origen y destino empleando solo la variable calificación.

Tabla 10: Resumen de Rutas tradicionales empleando solo métrica de calificación.

Ruta	Mejor fitness	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Calificación total	Recorrido	Lugares visitados
Q - R	1003.2	1587.21	77.98	64	['Q', 'NC15', 'A', 'NC14', 'NC16', 'NC17', 'V', 'W', 'NC18', 'U', 'NC19', 'T', 'K', 'P', 'NC12', 'O', 'Y', 'NC11', 'C', 'NC10', 'D', 'NC9', 'G', 'H', 'NC8', 'NC7', 'NC6', 'NC5', 'NC4', 'NC3', 'L', 'S', 'NC2', 'NC1', 'R']	17
Q - M	1003.15	1495.55	70.61	63	['Q', 'NC15', 'A', 'Z', 'O', 'Y', 'NC11', 'B', 'C', 'NC10', 'D', 'NC9', 'G', 'H', 'NC8', 'NC7', 'NC6', 'NC5', 'NC4', 'NC3', 'T', 'K', 'NC13', 'NC14', 'NC16', 'NC17', 'V', 'W', 'NC18', 'U', 'NC19', 'NC20', 'M']	16
Q - F	1003.55	1690.11	87.30	71	['Q', 'NC15', 'A', 'Z', 'O', 'NC12', 'P', 'K', 'NC13', 'NC14', 'NC16', 'NC17', 'V', 'W', 'NC18', 'U', 'NC19', 'NC20', 'M', 'N', 'NC3', 'NC4', 'NC5', 'NC6', 'NC7', 'NC8', 'NC11', 'B', 'C', 'H', 'G', 'NC10', 'D', 'NC9', 'E', 'F']	18
Q - Z	1003.05	1531.77	78	61	['Q', 'NC15', 'A', 'P', 'K', 'NC13', 'NC14', 'NC16', 'NC17', 'V', 'W', 'NC18', 'U', 'NC19', 'NC20', 'M', 'N', 'NC3', 'NC4', 'NC5', 'NC6', 'NC7', 'NC8', 'H', 'G', 'NC10', 'C', 'B', 'NC11', 'Y', 'O', 'Z']	16
K - C	1002.45	1152.92	58.37	49	['K', 'P', 'NC12', 'NC8', 'NC7', 'NC6', 'NC5', 'NC4', 'NC3', 'N', 'M', 'NC20', 'NC19', 'U', 'NC18', 'W', 'V', 'NC17', 'NC16', 'NC14', 'A', 'Z', 'O', 'Y', 'NC11', 'B', 'C']	13
R - T	1003.15	1722.59	85.86	69	['R', 'NC1', 'NC2', 'S', 'L', 'NC3', 'NC4', 'NC5', 'NC6', 'NC7', 'NC8', 'H', 'G', 'NC9', 'D', 'NC10', 'C', 'B', 'NC11', 'Y', 'O', 'Z', 'A', 'P', 'K', 'NC13', 'NC14', 'NC16', 'NC17', 'V', 'W', 'NC18', 'U', 'NC19', 'T']	18
V - J	1002.8	1443.73	70.45	63	['V', 'W', 'NC18', 'U', 'NC19', 'NC20', 'M', 'N', 'NC3', 'T', 'K', 'NC13', 'NC14', 'A', 'P', 'NC12', 'O', 'Y', 'NC11', 'B', 'C', 'NC10', 'D', 'NC9', 'G', 'H', 'NC8', 'NC7', 'NC6', 'J']	17
K - D	1002.1	925.81	45.15	42	['K', 'T', 'NC19', 'NC20', 'M', 'N', 'NC3', 'NC4', 'NC5', 'NC6', 'NC7', 'NC8', 'NC12', 'O', 'Y', 'NC11', 'C', 'H', 'G', 'NC10', 'D']	10
V - U	1002.6	1228.75	55.91	52	['V', 'NC17', 'NC16', 'NC14', 'A', 'P', 'NC12', 'O', 'Y', 'NC11', 'B', 'C', 'NC10', 'D', 'NC9', 'G', 'H', 'NC8', 'NC7', 'NC6', 'NC5', 'NC4', 'NC3', 'N', 'M', 'NC20', 'NC19', 'U']	13
W - B	1002.7	1142.13	56.43	54	['W', 'V', 'NC17', 'NC16', 'NC14', 'A', 'P', 'K', 'T', 'NC19', 'NC20', 'M', 'N', 'NC3', 'NC4', 'NC5', 'NC6', 'NC7', 'NC8', 'H', 'G', 'NC9', 'D', 'NC10', 'C', 'NC11', 'B']	13
Total		13920.57	686.06	588		151

En las tablas 7, 8, 9 y 10 se empleó una población inicial de 200 individuos y 200 generaciones dado que nuestro mapa contiene 46 nodos y se emplean tres factores. Con una población muy pequeña no se podría tener una diversidad genética para explorar eficazmente el espacio de soluciones óptimas.

Los resultados obtenidos al aplicar el algoritmo genético al diseño de rutas en el Parque de las Leyendas destacan una mejora sustancial en comparación con las rutas tradicionales, evaluadas bajo tres métricas principales: distancia, tiempo y calificación total. La Tabla 7 evidencia que las rutas optimizadas integran de manera equilibrada los tres criterios, permitiendo visitar más nodos mientras se mantiene un recorrido eficiente en términos de distancia y tiempo. Por ejemplo, la ruta Q-R optimizada registra una distancia total de 1,555.58 metros, un tiempo estimado de 55.12 minutos y una calificación total acumulada de 63, visitando 18 lugares. En contraste, su equivalente tradicional, enfocada exclusivamente en distancia (Tabla 8), logra una menor distancia (617.65 metros) pero sacrifica significativamente la calificación total (22) y el número de nodos visitados (8).

La comparación entre las tablas 8, 9 y 10 ilustra cómo la elección de una única métrica afecta las rutas generadas. Las rutas basadas únicamente en distancia o tiempo tienden a ser más cortas en términos de recorrido físico o duración, como es el caso de la ruta Q-Z basada en distancia (151.5 metros y 8.35 minutos). Sin embargo, estas rutas incluyen menos nodos, limitando la experiencia del visitante. Por otro lado, las rutas optimizadas exclusivamente para calificación (Tabla 10) sacrifican distancia y tiempo en favor de un mayor número de nodos visitados y calificaciones acumuladas superiores. La ruta Q-F, por ejemplo, alcanza una calificación de 71 pero a costa de recorrer 1,690.11 metros en 87.30 minutos.

Esta tendencia demuestra que el algoritmo puede adaptarse de manera flexible a las preferencias del visitante, ajustando las ponderaciones en la función fitness para priorizar el criterio deseado. Una aplicación práctica notable es el caso del recorrido entre el estacionamiento 1 y la Caballeriza, donde la ruta optimizada no solo minimiza la distancia, sino también prioriza lugares con alta calificación, según los parámetros definidos en la función fitness. Esto sugiere que el algoritmo no solo busca la eficiencia espacial, sino también mejorar la calidad de la experiencia del visitante.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La búsqueda de la ruta óptima está respaldada por trabajos como los de (Bourbonnais et al., 2019), que destacan la aplicación de algoritmos genéticos en el diseño de redes de tránsito. Además, estudios como los de (Huarote Zegarra et al., 2021) han demostrado la eficacia de estos algoritmos en la optimización de rutas geográficas, validando su aplicación en contextos con múltiples restricciones y variables. En el ámbito turístico, la integración de calificaciones de usuarios representa una contribución única que no había sido explorada previamente.

A pesar de los avances, se identifican importantes brechas en la literatura. La mayoría de los estudios previos se centran en la optimización de rutas considerando exclusivamente uno o dos factores (por ejemplo, distancia y tiempo), sin integrar aspectos cualitativos como las calificaciones otorgadas por los visitantes. Además, existe una limitada aplicación de estos algoritmos en contextos turísticos específicos, lo que deja abierta la posibilidad de explorar modelos más integrales y adaptativos.

La comunicación de sostenibilidad en redes sociales potencia la congruencia entre turistas y causas ambientales, lo que incrementa la intención de compartir prácticas responsables. Este hallazgo refuerza la necesidad de optimizar rutas que integren criterios sostenibles en el Parque de las Leyendas, favoreciendo tanto la experiencia del visitante como la reputación social del destino (García de los Salmenes et al., 2025). En este sentido, el modelo propuesto contribuye indirectamente a la sostenibilidad operativa del parque al reducir la congestión en zonas de alta afluencia, distribuir el flujo de visitantes de forma más equilibrada entre las distintas áreas temáticas y prolongar el tiempo de permanencia en atracciones con mayor valor ecológico y educativo.

El turismo en ecosistemas revela importantes sinergias entre conservación ecológica, generación de ingresos y conciencia ambiental, estos resultados apoyan la integración de principios de sostenibilidad en la planificación de recorridos turísticos urbanos, como en el Parque de las Leyendas, asegurando beneficios ambientales y socioeconómicos de largo plazo (Suresh et al., 2025).

Adicionalmente, es importante resaltar que la validación del modelo no se limita únicamente a la reducción de distancia recorrida, sino que considera la coherencia entre las preferencias del visitante y la secuencia óptima generada. Este enfoque permite superar la visión clásica del problema del viajante, incorporando un componente de personalización que incrementa la pertinencia de la solución en contextos reales. En comparación con modelos tradicionales de optimización mono objetivo, la propuesta presentada ofrece una estructura flexible capaz de adaptarse a diferentes escenarios turísticos, lo que amplía significativamente su potencial de aplicación en sistemas de planificación inteligente. No obstante, es necesario señalar de manera explícita que el modelo ha sido evaluado íntegramente mediante simulación computacional y carece de validación empírica con visitantes reales del parque. Las afirmaciones sobre mejora de la experiencia del visitante son, por tanto, de naturaleza inferencial y no han sido contrastadas con datos de satisfacción, patrones de desplazamiento reales ni encuestas de usuario. Esta constituye la principal limitación del estudio y la línea de investigación futura de mayor prioridad.

6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Los resultados obtenidos demuestran que los algoritmos genéticos son herramientas efectivas y flexibles para lograr la optimización de rutas en el Parque de las Leyendas. El modelo desarrollado diseña rutas que equilibran tres factores clave: distancia, tiempo y calificación de los puntos de interés. Por ejemplo, la ruta Q-R optimizada registró una distancia de 1,155.58 metros, con una

calificación acumulada de 63, en contraste con la ruta tradicional, que priorizó distancia con 617.65 metros, pero sacrificó calificación (22).

La comparación de métricas mostró que las rutas basadas únicamente en distancia o tiempo tienden a ser más rápidas y cortas, pero limitan la cantidad de lugares visitados. Por otro lado, las rutas optimizadas exclusivamente para calificación incluyeron más nodos y lograron mayores puntuaciones, aunque con recorridos más largos y tiempos elevados. En cambio, las rutas optimizadas considerando simultáneamente los tres factores (distancia, tiempo y calificación) lograron un equilibrio notable entre eficiencia y calidad. Estas rutas no solo minimizaron la distancia recorrida y el tiempo empleado, sino que también incluyeron lugares con altas calificaciones, por ejemplo, la ruta Q-F optimizada integró puntos como el Acuario (nodo 3), Pingüinos (nodo 2) y Laguna Recreativa (nodo 7), alcanzando un balance con 512.51 metros recorridos, 18.91 minutos de tiempo y una calificación acumulada de 34. Este enfoque permitió maximizar la experiencia del visitante al equilibrar la eficiencia espacial y temporal con la calidad del recorrido.

En comparación con las rutas tradicionales, que optimizan de manera independiente un solo criterio, el enfoque propuesto integra simultáneamente distancia, tiempo y calificación, ofreciendo una solución equilibrada orientada a mejorar la experiencia del visitante. La incorporación de preferencias del usuario en el diseño de las rutas permite una mayor adaptación a distintos perfiles de recorrido y favorece una gestión más eficiente del espacio turístico. En este sentido, la metodología desarrollada constituye una aplicación relevante de técnicas de optimización en la planificación de recorridos en espacios recreativos de gran escala, con potencial de replicabilidad en otros destinos de características similares.

A pesar de los resultados positivos, se identifican algunas limitaciones. La principal es la dependencia de los datos de entrada, conformados por las coordenadas de los puntos de interés y las calificaciones asignadas por los usuarios. Cambios en la infraestructura del parque o en las preferencias de los visitantes podrían requerir ajustes en los parámetros del modelo o actualizaciones en la base de datos.

Adicionalmente, los pesos de la función fitness fueron definidos mediante criterios heurísticos y pruebas piloto, lo que constituye una limitación metodológica. Su determinación empírica, ya sea mediante encuestas de preferencias declaradas a visitantes reales, técnicas de búsqueda en cuadrícula (grid search) o algoritmos bayesianos, dotaría al modelo de una base más rigurosa y generalizable.

Otra limitación es el impacto de factores externos como la densidad de visitantes o restricciones físicas como condiciones climáticas o eventos especiales no considerados, lo que podría influir significativamente en la aplicabilidad del modelo propuesto. Adicionalmente, las distancias empleadas en el modelo corresponden a mediciones sobre el plano del parque siguiendo los senderos habilitados, sin considerar variaciones por mantenimiento, cierre temporal de accesos o eventos especiales que pudieran bloquear rutas específicas. Los tiempos de recorrido están basados en una velocidad de caminata estándar de 3.6 km/h con tiempos de permanencia fijos por tipo de atracción, sin modelar dinámicamente el efecto de la afluencia de visitantes sobre la velocidad de desplazamiento o los tiempos de espera en las exhibiciones más concurridas.

Entre las líneas prioritarias de investigación futura destacan: la validación empírica del modelo mediante pruebas piloto con visitantes reales del parque, incluyendo encuestas de satisfacción y análisis de patrones de desplazamiento; la integración de aprendizaje automático para ajustar dinámicamente los parámetros del algoritmo; y la incorporación de variables adicionales como flujos de tráfico interno, densidad de visitantes en tiempo real y cierres temporales de senderos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baker, B. M., & Ayechew, M. A. (2003). *A genetic algorithm for the vehicle routing problem*. 30, 787–800. [https://doi.org/10.1016/S0305-0548\(02\)00051-5](https://doi.org/10.1016/S0305-0548(02)00051-5)
- Bourbonnais, P. L., Morency, C., & Trépanier, M. (2019). Transit network design using a genetic algorithm with integrated road network and disaggregated O – D. In *Transportation* (Issue 0123456789). Springer US. <https://doi.org/10.1007/s11116-019-10047-1>
- Bravo-Jaico, J., Maquen-Niño, G. L. E., Germán, N., Valdivia, C., Alarcón, R., Aquino, J., & Serquén, O. (2025). Assessing digital transformation maturity in higher education institutions: a correlational analysis by actors and dimensions. *Frontiers in Computer Science*, 7, 1549262.

<https://doi.org/10.3389/FCOMP.2025.1549262/BIBTEX>

Campos Vasquez, N., Cueva Clemente, C., Bautista Zuñiga, L., & Sotomayor Burga, J. (2021). *Métodos Algorítmicos para la optimización de rutas en el Sistema del Transporte Urbano*. 1–9. <https://doi.org/10.18687/LEIRD2021.1.1.32>

Chen, R., Yang, B., Li, S., & Wang, S. (2020). A self-learning genetic algorithm based on reinforcement learning for flexible job-shop scheduling problem. *Computers & Industrial Engineering*, 149(January), 106778. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106778>

Cruz-Piris, L., Marsa-Maestre, I., & Lopez-Carmona, M. A. (2019). A Variable-Length Chromosome Genetic Algorithm to Solve a Road Traffic Coordination Multipath Problem. *IEEE Access*, 7, 111968–111981. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2935041>

De-La-Cruz-VdV, P., Arce-Esteban, D., Fajardo-Inca, M., Vega-Huerta, H., Maquen-Niño, G. L. E., & Barrera-Cajachagua, M. L. (2025). Web Scraping and Machine Learning Applied to Decision-Making: A Systematic Review. In Y. Iano, O. Saotome, R. Arthur, M. A. Quispe-Barra, M. Z. Vizuite, K. K. Patel, & G. de Oliveira (Eds.), *Proceedings of the 10th Brazilian Technology Symposium (BTSym '24)* (pp. 236–247). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-92651-8_25

De-la-cruz-vdv, P., Carhuavilca-carlos, M., Vega-huerta, H., Moquillaza-Henriquez, S., Cámara-figueroa, A., Cancho-Rodriguez, E., & Maquen Niño, G. (2023). *Robotic Automation of Application Registry Processes in State Organizations*. 12(6). <https://doi.org/10.18178/ijeetc.12.6.442-449>

García de los Salmenes, M. del M., Herrero, Á., & Martínez García de Leaniz, P. (2025). The intention to share a sustainability communication about a tourism destination. *Spanish Journal of Marketing - ESIC*, 29(3), 371–398. <https://doi.org/10.1108/SJME-01-2024-0003>

Hassanat, A., Almohammadi, K., Alkafaween, E., & Abunawas, E. (2019). *Choosing Mutation and Crossover Ratios for Genetic Algorithms — A Review with a New Dynamic Approach*. <https://doi.org/10.3390/info10120390>

Huarote Zegarra, R. E., Vega Luján, Yensi, R., Valencia Mónica, P., Castañeda Hilario, A., Flores Masías, E. J., Larios Franco, A. C., & Jhonatan Isaac, V. H. (2021). Genetic Algorithm for Geographic Route Optimization. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 2021-July*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.541>

Katoch, S., Chauhan, S. S., & Kumar, V. (2021). A review on genetic algorithm : past , present , and future. *Multimedia Tools and Applications*, 80(6), 8091–8126. <https://doi.org/10.1007/s11042-020-10139-6>

López-Córdova, F., Vega-Huerta, H., Maquen-Niño, G., Cáceres-Pizarro, J., Adrianzén-Olano, I., & Benito-Pacheco, O. (2025). Construction of a New Data Set of Pleural Fluid Cytological Images for Research. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, 21(7), 138–151. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v21i07.54323>

Mohammed, M., Abd Ghani, M., Hamed, R., Mostafa, S., Ahmad, M., & Ibrahim, D. (2017). Solving vehicle routing problem by using improved genetic algorithm for optimal solution. *J Comput Sci*, 21, 255–262. <https://doi.org/10.1016/j.jocs.2017.04.003>

Municipalidad de Lima. (2023). *Parque de las Leyendas*. Patronato Del Parque de Las Leyendas Felipe Benavides Barreda. <https://leyendas.gob.pe>

MyMov. (2022). *IA y algoritmos genéticos en logística urbana de última milla*. Tecnología. <https://mymov.app/tecnologia/ia-algoritmos-geneticos-problema-vrptw/%0A%0A>

Perez Ruiz, W. (2007). *Parque de Las Leyendas: Una expresión del Perú*.

Rina, D., & Joby, T. (2024). Analyzing the Virtual Reality Experiential Dimensions at the Game Centers of Tourist Destinations. *Revista Turismo & Desenvolvimento*, 46, 213–235. <https://doi.org/10.34624/RTD.V46I0.33373>

Rodrigues, V., Stevic, I., & Breda, Z. (2022). Smart and 4.0 paradigms fostering innovation dynamics within tourism destinations. *Revista Turismo & Desenvolvimento*, 39, 65–82. <https://doi.org/10.34624/RTD.V39I0.27694>

Rodríguez Cevallos, M., Andrade-Albán, M., Maldonado Palacios, R., & Cobos-Cevallos, C. (2020). *Implementación de un algoritmo genético mediante una aplicación informática basado en la computación neuronal y evolutiva para obtener el cromosoma mejor adaptado*. 8, 116–131. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1045/949>

- Rodríguez Correa, P., Valencia-Arias, A., Garcés-Giraldo, L. F., Rodríguez, L. D. R. C., López, G. A. M., & Benjumea-Arias, M. (2023). Tendencias en el uso de inteligencia artificial en el sector del turismo. *Revista Turismo & Desarrollo*, 40, 81–92. <https://doi.org/https://doi.org/10.34624/rtd.v40i0.31447>
- Sancho Caparrini, F. (2019). *Algoritmos Genéticos*. Dpto. de Ciencias de La Computación e Inteligencia Artificial Universidad de Sevilla. <http://www.cs.us.es/~fsancho/?e=65>
- Sharon Treasa, A., & Bindu Vazhakkatte, T. (2023). Tourism Disaster Management through Chatbots as an Alternative Tool of Communication. *Revista Turismo & Desarrollo*, 41, 349–367. <https://doi.org/10.34624/RTD.V41I0.30195>
- Suresh, A., Wartman, M., Rasheed, A. R., & Macreadie, P. I. (2025). Tourism and recreation in blue carbon ecosystems: Exploring synergies, trade-offs and pathways to sustainability. *Ocean and Coastal Management*, 266, 107697. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2025.107697>
- Thangiah, S. R. (2014). *Vehicle Routing with Time Windows using Genetic Algorithms*. August 1995. <https://doi.org/10.1201/9781420050073.ch11>
- Trujillo-González, J. (2019). Algoritmo genético aplicado al turismo de Panamá. *Investigación y Pensamiento Crítico*, 12(1), 41–47. <https://doi.org/10.37387/IPC.V12I1.373>
- Vega-Huerta, H., Chunga-Vargas, M., Guerra-Grados, L., Lázaro-Guillermo, J., Benito-Pacheco, O., Pantoja-Collantes, J., & Gil-Calvo, R. (2025). Web System with Gamification to Enhance Reading Comprehension in a Secondary-Level Educational Institution. *Ingenierie Des Systemes d'Information*, 30(1), 61–70. <https://doi.org/10.18280/isi.300106>
- Vega-Huerta, H., Gutierrez-Mejía, F., Calcina-Aguilar, B., Benito-Pacheco, O., De-La-Cruz-Vdv, P., Maquen-Niño, G. L. E., & Lázaro-Guillermo, J. C. (2025). ChatGPT-Based Conversational Artificial Intelligence System for Virtual University Admissions Office Client Attention. *Ingenierie Des Systemes d'Information*, 30(4), 945–952. <https://doi.org/10.18280/isi.300411>
- Vega-huerta, H., Iturre, D. M., Zegarra, P. P., Palomino, R. T., Sanchez, N. Y., Maquen-niño, G. L. E., & Pantoja-collantes, J. (2025). Intelligent Facial Recognition System for Vehicles. *Springer International Publishing*. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-97-3859-5_9
- Vega-huerta, H., Marlon Pillaca, P., Velasquez-Quiroz, R., Maquen-niño, G., Camara-figueroa, A., Pantoja-collantes, J., & Gil-calvo, R. (2023). *Reconocimiento facial mediante aprendizaje por transferencia para el control de acceso a áreas restringidas*. 261–273.
- Vega-Huerta, H., Vilca Velasquez, J., Anicama Espinoza, N., Maquen-Niño, G. L. E., Guerra-Grados, L., Pantoja-Collantes, J., Benito-Pacheco, O., Lázaro-Guillermo, J. C., Camara-Figueroa, A., Cabrera-Díaz, J., Gil-Calvo, R., & López-Córdova, F. (2025). Mobile application based on KDD to predict high-crime areas and promote sustainability in citizen security in a district of Lima-Perú. *Frontiers in Computer Science*, 7(August), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2025.1585632>
- Wang, H., Li, W., Hou, Y., Li, M., & Lee, S. (2022). *The Construction of Urban Park Green Infrastructure Network Based on Genetic Algorithm*. 2022. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2022/9719633>
- Yang, Z., Li, J., & Li, L. (2020). *Time-Dependent Theme Park Routing Problem by Partheno-Genetic Algorithm*. <https://doi.org/10.3390/math8122193>
- Zhou, Y., Wang, Y., Wang, K., Kang, L., Peng, F., Wang, L., & Pang, J. (2020). Hybrid genetic algorithm method for efficient and robust evaluation of remaining useful life of supercapacitors. *Appl Energy*, 260. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114169>

Artigo submetido a 11 de abril 2026; versão final aceite a 16 de maio de 2026
Paper submitted on April 11, 2026; final version accepted on May 16, 2026
Doi: <https://doi.org/10.59072/rper.vi75.911>

Implementación de la Contratación por Horas para las Empresas Públicas de Agua Potable y Alcantarillado, en el Mejoramiento de la Planificación del Talento Humano

Implementação da Contratação por Horas para a Empresa Pública de Água Potável e Esgotamento Sanitário de Antonio Ante (EPAA-AA), com o Objetivo de Melhorar o Planejamento do Talento Humano.

Ivanhoe Josafat Mafla Yépez

e0401447420@uisrael.edu.ec

Universidad Tecnológica Israel

ORCID: 0009-0004-4604-8242

Bryan Gabriel Abendaño López

e0403317323@uisrael.edu.ec

Universidad Tecnológica Israel

ORCID:0009-0006-4882-7658

Héctor Sebastián Pérez Manosalvas (Tutor Técnico)

hperez@uisrael.edu.ec

Universidad Tecnológica Israel

ORCID:0000-0001-5187-1015

Alejo Betty Pastora (Tutora Metodológica)

bpastora@uisrael.edu.ec

Universidad Tecnológica Israel

ORCID: 0000-0002-9837-3264

Resumen

La presente investigación analiza la implementación de la contratación por horas en las empresas públicas de agua potable y alcantarillado, como un mecanismo orientado al fortalecimiento de la planificación del talento humano y al desarrollo productivo empresarial. Sostiene que, esta modalidad contractual constituye una herramienta válida de flexibilización laboral que permite optimizar la asignación de recursos, mejorar la capacidad de respuesta operativa y adecuar la fuerza laboral a las necesidades reales del servicio que prestan, sin afectar los derechos y principios fundamentales del derecho laboral. En la metodología, la investigación se desarrolló bajo el enfoque cualitativo, sustentado en la revisión doctrinaria, normativa y en el análisis comparado, todo esto complementado con el modelo estratégico VRIO, permitiendo evaluar el valor, la rareza, la imitabilidad y la organización de los recursos humanos en el sector público. El aporte teórico del estudio radica en demostrar que la flexibilización laboral, correctamente regulada, no implica precarización, sino se convierte en instrumento estratégico para la eficiencia, productividad y sostenibilidad. Así mismo, el análisis propuesto se proyecta como un modelo replicable para otros países latinoamericanos, donde existen escenarios laborales similares. Finalmente, este artículo científico contribuye al diseño y fortalecimiento de políticas públicas en Ecuador, ofreciendo

lineamientos técnicos y jurídicos que permiten garantizar una contratación flexible en armonía con los derechos y principios fundamentales del derecho laboral.

Palabras clave: Contrataciones, Administración del trabajo; Normas Laborales Nacionales; Derechos de los trabajadores; Contrato Laboral; Capital humano.

Códigos JEL: J23; J88; J8; J83; J41; J24

Resumo

A presente pesquisa analisa a implementação da contratação por horas nas empresas públicas de água potável e saneamento, como um mecanismo orientado ao fortalecimento do planejamento do talento humano e ao desenvolvimento produtivo empresarial. Sustenta que essa modalidade contratual constitui uma ferramenta válida de flexibilização laboral que permite otimizar a alocação de recursos, melhorar a capacidade de resposta operacional e adequar a força de trabalho às necessidades reais do serviço prestado, sem afetar os direitos e princípios fundamentais do direito do trabalho. Quanto à metodologia, a pesquisa foi desenvolvida sob uma abordagem qualitativa, fundamentada na revisão doutrinária, normativa e na análise comparada, complementada pelo modelo estratégico VRIO, permitindo avaliar o valor, a raridade, a imitabilidade e a organização dos recursos humanos no setor público. A contribuição teórica do estudo reside em demonstrar que a flexibilização laboral, quando devidamente regulamentada, não implica precarização, mas se converte em um instrumento estratégico para a eficiência, produtividade e sustentabilidade. Da mesma forma, a análise proposta se projeta como um modelo replicável para outros países latino-americanos, onde existem cenários laborais semelhantes. Por fim, este artigo científico contribui para o desenho e o fortalecimento de políticas públicas no Equador, oferecendo diretrizes técnicas e jurídicas que permitem garantir uma contratação flexível em harmonia com os direitos e princípios fundamentais do direito do trabalho.

Palavras-chave: Contratante; Administração do trabalho; Normas Nacionais do Trabalho; Direitos dos trabalhadores; Contrato de Trabalho; Capital humano.

Códigos JEL: J23; J88; J8; J83; J41; J24

1. INTRODUCCIÓN

El derecho laboral surge históricamente como una respuesta jurídica a las profundas desigualdades generadas durante la revolución industrial, caracterizada por condiciones laborales precarias, jornadas excesivas, ausencia de protección social y una marcada asimetría entre empleadores y trabajadores. En este contexto, el ordenamiento jurídico comienza a configurarse como un mecanismo de protección de la parte más débil de la relación laboral, promoviendo la dignificación del trabajo humano (Chávez de Barrera, 2002). A través de procesos sociales y políticos prolongados, se consolidaron conquistas fundamentales como la limitación de la jornada laboral, el derecho al descanso, la seguridad social, la sindicalización y la estabilidad laboral, configurando así un sistema jurídico de carácter garantista (Vásquez López, 2010).

En este proceso evolutivo, el derecho laboral ha experimentado una progresividad normativa orientada a equilibrar dos intereses estructurales: la protección del trabajador y la necesidad de sostenibilidad y productividad empresarial. Esta dualidad ha sido reconocida por diversos autores contemporáneos, quienes sostienen que el trabajo debe ser concebido como un derecho social dinámico, susceptible de adaptación frente a los cambios productivos, tecnológicos y generacionales (Alba Vega, Bensusan, & Vega, 2024) (Tamayo Melgar & Agurto Gonzáles, 2021) (Mella Méndez & Ferreiro Regueiro, 2022).

En el contexto mundial actual, caracterizado por la globalización, la digitalización y la transformación de los modelos organizacionales, el mercado laboral ha experimentado cambios

estructurales significativos. Factores como la innovación tecnológica, la competitividad empresarial y las nuevas expectativas de los trabajadores han impulsado la necesidad de flexibilizar las relaciones laborales (Antunes, Pereira, Díaz, & Vinhas da Silva, 2023). En este sentido, la flexibilidad laboral se entiende como la capacidad de adaptar las condiciones de trabajo en términos de tiempo, lugar y modalidad, con el objetivo de optimizar la productividad y mejorar el equilibrio entre la vida personal y laboral (Chung H. , 2020) (Rau, 2022) (Adedapo Adewunmi , 2020).

Desde la perspectiva de la teoría de recursos y capacidades, la flexibilidad laboral ha sido analizada como un instrumento estratégico que puede contribuir a la ventaja competitiva de las organizaciones, al permitir una mejor gestión del talento humano y una mayor adaptabilidad frente a entornos cambiantes (Barney J. , 1991) (Barney J. , 2002) (Peteraf, 1993) (Wernerfelt, 1984). No obstante, la evidencia empírica sugiere que, si bien estas políticas generan valor organizacional reflejado en mayor productividad, satisfacción laboral y retención del talento no necesariamente constituyen una ventaja competitiva sostenible, dado que son fácilmente replicables por otras organizaciones (Antunes, Pereira, Díaz, & Vinhas da Silva, 2023) (Brega, Briones , Javornik, León , & Yerkes, 2023) (Boell, Campbell, Cheng, & Cecez-Kecmanovic, 2013).

En este contexto global, la flexibilización laboral ha adquirido especial relevancia tras la pandemia de COVID-19, la cual aceleró la adopción de modalidades como el teletrabajo, el trabajo híbrido y los esquemas de jornada flexible. Estas modalidades han demostrado impactos positivos en la conciliación entre la vida laboral y personal, la reducción de costos operativos y el incremento de la satisfacción de los trabajadores (Brega, Briones , Javornik, León , & Yerkes, 2023) (Tsen, Gu, Tan, & Goh, 2022) (Recchi, Romens, & Scalise, 2025). Sin embargo, también han evidenciado riesgos asociados a la intensificación del trabajo, la desigualdad en el acceso a beneficios y la dificultad en la supervisión laboral (Pollitt & Bouckaert, 2017) (De la Garza Toledo, 2000) (González Rojas & Rincón - Roldán, 2025) (Govender , Migiro, & Kyule, 2018) (Powell & Mainiero, 2010) (Timms, y otros, 2014).

A nivel regional, particularmente en América Latina, la implementación de políticas de flexibilidad laboral ha sido más compleja debido a la fuerte influencia de principios constitucionales de protección al trabajo. En muchos países de la región, el derecho laboral mantiene un enfoque garantista que limita la adopción de modalidades flexibles por considerarlas potencialmente precarizadoras (Amézquita Garnica, 2024). No obstante, existen experiencias relevantes que evidencian una tendencia hacia la flexibilización, como es el caso de Brasil, que incorporó el contrato intermitente mediante la Ley 13.467/2017, inspirado en modelos europeos (Trinidad, 2019).

En el ámbito comparado, países europeos como Francia y Bélgica han desarrollado marcos normativos que permiten la contratación por horas bajo condiciones que garantizan la protección integral de los trabajadores, evitando la segmentación laboral (Barbieri, 2009) (Manikam K. , 2023). Estos modelos evidencian que la flexibilidad laboral puede coexistir con altos estándares de protección social, siempre que exista una regulación adecuada que equilibre los intereses de las partes.

En el caso ecuatoriano, la Constitución de la República del Ecuador, establece un marco de protección robusto que prohíbe la precarización laboral y garantiza derechos fundamentales como la estabilidad, la seguridad social y el empleo digno. Asimismo, en el ámbito de las empresas públicas, la Ley Orgánica de Empresas Públicas, manifiesta la aplicación supletoria del Código del Trabajo, en materia de contratación laboral, lo que configura un marco normativo que combina elementos de derecho público y privado. (Constitución de la República del Ecuador, 2008) (Ley Orgánica de Empresas Públicas, 2009) (Código del Trabajo, 2005).

En este escenario, la implementación de modalidades contractuales flexibles, como la contratación por horas, plantea un desafío jurídico y administrativo relevante. Por un lado, responde a la necesidad de optimizar la planificación del talento humano y adecuar la fuerza laboral a las fluctuaciones operativas; por otro, exige garantizar el respeto irrestricto de los derechos laborales y evitar cualquier forma de precarización. En el caso específico de la Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de Antonio Ante EPAA-AA, esta problemática se evidencia en la necesidad de atender demandas operativas variables relacionadas con mantenimiento, reparaciones y expansión de servicios, lo que requiere una gestión eficiente y flexible del recurso humano (Noriega & Farfán , 2024).

Desde la perspectiva de la gestión organizacional, la contratación por horas puede constituirse en una herramienta estratégica para mejorar la eficiencia, reducir costos y optimizar la asignación de recursos humanos, especialmente en contextos donde la demanda de servicios es fluctuante (Cascio, *Managing Human Resources*, 2022) (Chiavenato, *Gestión del talento humano*, 2009). No obstante, su implementación debe sustentarse en un diseño normativo técnico que garantice la protección de los derechos laborales, en concordancia con los principios constitucionales y las disposiciones legales vigentes.

En consecuencia, la evolución del derecho laboral hacia esquemas más flexibles responde a las transformaciones estructurales del mercado de trabajo a nivel global. Sin embargo, en contextos como el ecuatoriano y latinoamericano, esta evolución debe ser cuidadosamente regulada para evitar la desnaturalización de los principios protectores que históricamente han sustentado esta rama del derecho. En este sentido, la contratación por horas se presenta como una alternativa viable, siempre que su implementación se enmarque en criterios de legalidad, equidad y sostenibilidad, contribuyendo así a una adecuada planificación del talento humano sin menoscabar los derechos de las y los trabajadores (Tamayo Melgar & Agurto Gonzáles, 2021).

El objetivo general de la investigación es proporcionar herramientas óptimas, adecuadas y enmarcadas en el ámbito técnico y jurídico para que las empresas públicas de agua potable y alcantarillado optimicen recursos tanto del talento humano como económicos y financieros, garantizan una prestación de servicios con eficiencia, calidad, seguridad. Adicional, es necesario el considerar que las políticas públicas deben ajustarse a la realidad empresarial y para garantizar que los derecho y principios fundamentales del derecho laboral sean respetados, y que dicho modelo sirva como una réplica para que los países semejantes a nuestra realidad tengan un modelo a seguir. Fundamentación Teórica

La actualidad sobre la flexibilización laboral se describe en distintos parámetros de transformación en base a la forma contractual del trabajo, esto debido a las diversas realidades que han ido surgiendo a nivel mundial, por lo que es necesario considerar las nuevas innovaciones tecnológicas, expectativas generacionales y las realidades empresariales con el objetivo de lograr eficiencia, continuidad y sostenibilidad. Bajo este contexto, las políticas laborales flexibles dejaron de ser un mecanismo operativo, convirtiéndose en modalidades contractuales estratégicas para una mejor reorganización del trabajo, la planificación del talento humano y con ello lograr una adaptabilidad empresarial, en el artículo científico “Flexible labour policies as competitive advantage”, sus autores (Antunes, Pereira, Díaz, & Vinhas da Silva, 2023) indica que la flexibilización laboral debe entenderse desde varios parámetros que no sea solo administrativa, sino también desde la parte estratégica, debiendo generar satisfacción laboral, fortalecer la adaptabilidad a la parte operativa.

Desde la perspectiva del artículo citado, explican que el desempeño de las empresas depende de la capacidad de identificar, desarrollar y explotar los distintos recursos empresariales; ahora en la realidad de la Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de Antonio Ante EPAA-AA, debe considerarse la experiencia del personal operativo que al momento de sus actuaciones en caso de emergencias, el conocimiento empírico que ha obtenido en el transcurso del tiempo, siendo estos recursos valiosos y difíciles de imitar, lo que se sintetiza en el modelo VRIO mismo que ha sido analizado en varios artículos científicos (Barney J. , 1991) (Barney J. , 2002) (Peteraf, 1993) (Wernerfelt, 1984); quienes de forma individual han desarrollado dicho modelo (Valor, Rareza, Inimitabilidad y Organización), mostrando políticas de flexibilización laboral que con su utilización y réplicas, ha logrado ubicarse en un escenario laboral empresarial con ánimo de competitividad; políticas que pueden resultar de mucha utilidad para la EPAA-AA, permitiendo comprender que la contratación por horas no debe justificarse únicamente como una moda organización, sino como un mecanismo de ajuste estratégico alineado con las reales necesidades de un servicio público para la continuidad operativa y una adecuada planificación del talento humano.

La flexibilización laboral no solo contempla una nueva forma de contratación, sino más bien, se distingue de las distintas formas contractuales, que en el Estado ecuatoriano serían formas más comunes la jornada parcial, contrato eventual, temporal y que ahora como nuevas formas contractuales giro del negocio, teletrabajo, servicio doméstico, todo esto contemplado en el Código del Trabajo (Código del Trabajo), modalidades que se las puede entender ya como formas contractuales de flexibilización laboral, para esto el artículo científico “Gender, flexibility stigma and the perceived negative consequences of flexible working in the UK” (Género, estigma de la

flexibilidad y las consecuencias negativas percibidas del trabajo flexible en el Reino Unido) del investigador (Chung H. , 2020), destaca que la eficiencia depende de los distintos ajustes entre las necesidades organizacionales, diseños empresariales, control y evaluación del desempeño y de manera más importante la protección al talento humano de la empresa; para ello, la investigación se orientó, a que la contratación no debe entenderse como precarización del trabajo, sino como una modalidad de organización del tiempo efectivo del trabajo, con parámetros jurídicos claros, fortaleciendo la asignación racional del personal.

En el Estado ecuatoriano, aún sigue siendo un tema de debate muy complejo la flexibilización laboral, logrando que esto en lugar de ser un tema de estudio profundo en mérito de la población activamente laboral, se convierta en un tema de tinte político que ha ocasionado confusión en la población respecto de todos los beneficios existentes en la flexibilización laboral, como un ejemplo tenemos que en la consulta popular de noviembre del 2025, en la pregunta de la contratación por horas el NO fue el ganador con un porcentaje del 65% sobre el SI con un 35%, esta votación, se dio gracias a los tintes políticos que dieron a la pregunta en referencia sin que sea analizada desde el punto de vista social, empresarial e incluso desde el punto de vista de inclusión laboral; para esto debemos considerar que el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censo en lo referente a la tasa de empleo no pleno en el año 2025 se tiene un 30,25%, mientras que la tasa de subempleo no pleno es del 19,64% mientras que la tasa de empleo pleno es del 36,00% con estos datos es evidente que la tasa de empleo no pleno está a la par de la tasa de empleo pleno lo que se puede entender que así como existen personas que gozan de todos sus derechos laborales, también existen personas que pese a cumplir con las mismas funciones o quizás hasta más no gocen de los mismo beneficios.

Es necesario el indicar también que la Constitución de la República del Ecuador establece la potestad que tiene tanto el Estado como los Gobiernos Autónomo Descentralizados de crear Empresas Públicas para la prestación de servicios básicos, en el caso específico desde la parte normativa existe la Ley Orgánica de Empresas Públicas (Ecuador A. N., Ley Orgánica de Empresas Públicas, 2009) que regula la creación, organización, funcionamiento y control de las empresas públicas, para ello, se debe considerar que el artículo 33 de dicha norma es clara al indicar que la norma supletoria de la LOEP (Ley Orgánica de Empresas Públicas) en lo relacionado a la contratación individual del trabajo será el Código del Trabajo, lo que se traduce en la posibilidad jurídica de que una empresa pública pueda ocupar o garantizar el uso de los distintos tipos contractuales, pero para ello, debe esto estar normado dentro de la Norma Interna de Administración del Talento Humano y así normar la utilización de dichos contratos, todo esto con las formalidades que la propia norma dispone y que para que dicha normativa tenga carácter de cumplimiento obligatoria debe ser aprobada por parte de la autoridad reguladora, en este caso el Ministerio del Trabajo.

Así también, la Constitución de la República del Ecuador, reconoce al trabajo como un derecho social, fuente de realización personal y base de la economía nacional, obligando al Estado a garantizar la dignidad, remuneración justa y trabajo libremente aceptado, determina la irrenunciabilidad de los derechos a una seguridad social, también atribuye las funciones de políticas públicas a las distintas carteras de Estado que regulan bajo su competencia la creación de normativas que fomenten la regulación de los principios constitucionales, para lo cual es necesario el tener conocimiento pleno de lo dispuesto en el artículo 33, 34 y 326 de la (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

La propia realidad de la flexibilización laboral puede incidir positivamente en satisfacciones, compromisos y permanencia de la parte del talento humano; en los estudios clásicos y recientes, muestran una relación consistente entre la flexibilización y reducción de la intención de rotación del personal lo que conlleva a un clima y lugar de trabajo adecuado y favorable (Elizabeth Dreike & Steven E., 2002), es por ello, se ha advertido que tales beneficios dependen de factores de implementación, apoyo directivo, percepción de equidad, compatibilidad con la naturaleza del puesto y mecanismos adecuados de supervisión; esta precisión es sustancial para una empresa pública de agua potable y alcantarillado donde existen puestos eminentemente presenciales, funciones técnicas críticas y exigencias de continuidad del servicio que obliga a marcar la diferencia con las áreas susceptibles de mayor flexibilidad y cuales requieren esquemas tradicionales.

Ahora dentro de la planificación del talento humano, debe considerarse que para la elaboración del distributivo se establece la necesidad del personal necesario, identificar las brechas, organización, cargas de trabajo y obviamente seleccionar las modalidades contractuales necesarias

para la ejecución de los objetivos empresariales. Para esto, la doctrina metodológica y de gestión reconoce que la planificación del talento humano busca asegurar el número correcto de personas necesarias para la Empresa, estableciendo el perfil y los conocimientos requeridos, (Padilla-Vega, Sénquiz -Díaz, & Ojeda Castro, 2020) en el artículo científico “Workforce planning and management FIT in call centers” (Planificación y gestión de la fuerza laboral FIT en centros de llamadas) determina la necesidad de contar con una verdadera planificación con el ánimo de lograr una distribución y actualización de las necesidad empresariales, con el objetivo de mejorar la propia funcionalidad y la obtención de resultados claros.

La pertinencia empresarial de este estudio se refuerza con la evidencia estadística suministrada por la Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de Antonio Ante EPAA-AA; El análisis y la prueba presentada demuestra que en el año 2025 se realizaron un total de 7.285 (siete mil doscientos ochenta y cinco) órdenes de trabajo, mostrando una media de 11 días, un promedio de 21,14 días afectando por realidades atípicas y una concentración superior al 99% de los casos entre 6 y 15 días. Tales datos permiten sostener que la empresa mantiene un patrón operativo relativamente estable, pero la correcta asignación de recursos humanos, particularmente cuando existen picos operativos, emergencias acumulaciones de órdenes o necesidad de cobertura adicionales por situaciones emergentes presentadas. Desde esta perspectiva, la contratación por horas puede examinarse como un instrumento de salvedad para cubrir los requerimientos y necesidades reales, sin que esto representen una alza o incremento a la masa salarial.

Dentro del análisis, de la investigación (Antunes, Pereira, Díaz, & Vinhas da Silva, 2023), se puede determinar que a partir de un análisis cualitativo con enfoque VRIO, las políticas de flexibilización laboral pueden genera un valor agregado a la productividad, eficiencia, eficacia, motivación, satisfacción tanto para la empresa como para sus trabajadores sean estos administrativos u operativos; aplicando esto a la EPAA-AA, puede significar que la contratación por horas no es una solución universal sino es una solución al problema empresarial, pues con ello, se logrará una mayor cobertura de las órdenes de trabajo en un menor tiempo y con los mismos resultados de satisfacción, siendo una herramienta táctica y estratégica para fortalecer la planificación del talento humano, mejorar la capacidad de respuesta empresarial.

Esta contextualización acepta que el problema científico no radica de manera exclusiva en determina si la contratación por horas es jurídicamente viable o no, sino que permite establecer la necesidad empresarial e incluso una necesidad laboral con el propósito de no seguir incrementando la tasa de empleo no pleno, logrando así un mecanismo idóneo para optimizar, regular y focalizar la planificación del talento humano. La hipótesis del presente trabajo radica en el enfoque de la flexibilización laboral para la contratación por horas, apoyándose en los principios constitucionales que incluso se encuentran amparados por la carta de los derechos humano específicamente en su artículo 23.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Empresas públicas

Las empresas públicas constituyen una organización de naturaleza híbrida que se sitúa en entre el derecho público, la economía y la administración empresarial, este estudio permite comprender la evolución histórica, su fundamentación y funcionalidad dentro del Estado contemporáneo. Desde la perspectiva general la empresa pública surge desde la transformación del Estado liberal al Estado social, a partir de la Revolución Industrial y sus desigualdades sociales, el Estado asumió un rol activo en la economía con el objeto de corregir las fallas estructurales y garantizar el acceso de manera libre a bienes y servicios esenciales (básicos) (Stiglitz & Rosengard, 2015) (Nemec & Wright, 2002).

Las empresas públicas se configuran como instrumentos de intervención estatal en la economía, orientadas a la provisión de servicios públicos, la gestión de monopolios naturales, según (Stiglitz & Rosengard, 2015) la intervención del Estado a través de las empresas públicas se justifica cuando el mercado no logra asignar de manera eficiente recursos y de allí garantizar el acceso universal a servicios básicos como el agua potable, la energía o el transporte. Para (Nemec & Wright, 2002) establece que las empresas públicas nacen desde las fallas del mercado por no poder cumplir con

satisfacción al servicio de la comunidad, como los efectos indirectos en referencia a los precios, y a la existencia de que el servicio no involucre a un único proveedor. En estos casos la intervención estatal mediante las empresas públicas permite alcanzar niveles de eficiencia y equidad en el mercado, garantizando el servicio básico.

En el plano jurídico las empresas públicas se caracterizan por tener personería jurídica propia, patrimonio independiente y con ello autonomía administrativa, financiera y operativa, para la Organización de Cooperación y el Desarrollo Económico, define a las empresas públicas como aquellas entidades en las que el Estado ejerce propiedad o control significativo, independientemente de su forma jurídica. Esta definición resalta la importancia de la gobernanza corporativa en este tipo de organizaciones. (Económico, 2024).

Desde el derecho administrativo, las empresas públicas constituyen la forma descentralizada mediante la cual el Estado delega la gestión de determinadas competencias; este modelo, permite combinar la flexibilización de la gestión empresarial para el cumplimiento de los objetivos empresariales de interés público, para esto, la Constitución de la República del Ecuador (Constitución de la República del Ecuador, 2008) faculta la creación de empresas públicas y de la misma atribuye estas competencias a los gobiernos autónomo descentralizados conforme a las reglas determinadas en el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (Código Orgánica de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, 2010).

Las empresas públicas desde la parte administrativa enfrentan desafíos como la gestión estratégica, la eficiencia operativa, la toma de decisiones; a diferencia de las empresas privadas cuyo objetivo es la maximización de beneficios, la empresa pública debe equilibrar los objetivos económicos financieros con el objetivo social, lo que implica la necesidad de desarrollar modelos de gestión que integren indicadores de desempeño tanto en lo financiero como en lo social y en la presentación del servicio (Pollitt & Bouckaert, 2017). Desde la parte organizacional, las empresas públicas, presentan dinámicas específicas en la gestión del talento humano. La normativa rígida y la influencia política pueden afectar el desempeño de los trabajadores de las empresas públicas. Para esto (Chiavenato, Administración de Recursos Humano, 2000) señala que la gestión del talento humano en el sector público debe orientarse hacia la profesionalización, la capacitación continua y la implementación de sistemas de evaluación de desempeño.

En América Latina, las empresas públicas han experimentado procesos de transformación orientadas a la mejor eficiencia y eficacia de la prestación del servicio, estos procesos incluyen la adopción de prácticas de gestión de planificación modernas, implementación de indicadores de gestión, implementación de sistemas de control interno; sin embargo, para (Económico, 2024) dice que los desafíos inmersos a la burocracia y la corrupción hace que las empresas puedan verse inmersas en malas decisiones que no necesariamente pueden ser operacionales.

En el contexto ecuatoriano las empresas públicas tiene su propia normativa que es la Ley Orgánica de Empresas Públicas (LOEP) normativa que regula la creación, constitución, estructuración, organización de las empresas públicas, brindando ciertas atribuciones al Directorio de la empresas como a su gerente general; y que para la propia funcionalidad de la empresas deberán de contar con una Norma Interna de Administración del Talento Humano que sería su propio Reglamento Interno de Trabajo, adicional a esto la propia (Ecuador A. N., Ley Orgánica de Empresas Públicas, 2009) en su artículo 33 establece como norma supletoria de la misma al Código del Trabajo.

En conclusión, las empresas públicas constituyen un instrumento fundamental de intervención estatal en la economía, orientando a garantizar el acceso a servicios esenciales y la corrección de las fallas de mercados, esta naturaleza híbrida permite mantener un enfoque interdisciplinario que integren elementos del derecho, la economía, la administración y la gestión organización del talento humano, siendo estas las claves para una mejora a la eficiencia, eficacia empresarial.

2.2 Contratación laboral

La contratación laboral constituye uno de los ejes fundamentales del derecho laboral, representa el mecanismo jurídico mediante el cual se formaliza la vinculación entre una persona trabajadora y un empleador, establecida en el marco jurídico en el que se establece derechos, responsabilidades, obligaciones y prohibiciones; para Guillermo Cabanellas (Torres G. C., 1993) es el acuerdo entre

dos o más personas sobre un objeto de interés jurídico; en lo relacionado a lo laboral indica que es la forma de retribución económica por los servicios lícitos prestados para la obtención de un producto. Este análisis puede ser multidisciplinario que integran dimensiones jurídicas, económicas, administrativas y psicológicas. Desde una perspectiva histórica, la contratación laboral puede definirse como un acto jurídico bilateral mediante el cual una persona natural se obliga a prestar sus servicios lícitos personales bajo dependencia y subordinada a favor de otra, a cambio de una remuneración. Este concepto se fundamenta en la doctrina clásica del contrato de trabajo, cuyo elemento esencial son (i) la prestación personal del servicio, (ii) la remuneración, y, (iii) la subordinación (De la Garza Toledo, 2000).

En el contexto latinoamericano, la contratación laboral enfrenta desafíos relacionados con la informalidad, la precarización y la necesidad de adaptar normas laborales a las nuevas dinámicas del mercado. Según la Organización Internacional del Trabajo OIT, (OIT, 2019) uno de los principales retos en la región es garantizar la protección de los trabajadores en un contexto de creciente flexibilización laboral. En el caso ecuatoriano, la contratación laboral se encuentra regulada principalmente por el Código del Trabajo (Código del Trabajo, 2005), así como la Constitución de la República del Ecuador (Constitución de la República del Ecuador, 2008), que reconoce el trabajo como un derecho y un deber social, establece principios fundamentales como la dignidad, la estabilidad laboral y la remuneración justa. Asimismo, en el ámbito de las empresas públicas se tiene a la Ley Orgánica de Empresas Públicas (Ley Orgánica de Empresas Públicas, 2009) ley que faculta al Directorio de la Empresa a la organización de la misma por intermedio de la Norma de Administración de Talento Humano de Trabajo (Reglamento Interno de Trabajo). donde puede presentarse características específicas derivadas de su naturaleza jurídica y su función social, debiendo de garantizar no solo la prestación de un servicio básico, sino también el respeto a los derechos laborales y el cumplimiento de los principios constitucionales.

En conclusión, la contratación laboral es un concepto complejo que trasciende en el ámbito jurídico, integrando dimensiones económicas, administrativas; es fundamental para garantizar la protección de los deberes, derechos, obligaciones y prohibiciones en el ámbito laboral, con lo que se logrará una verdadera eficiencia, eficacia en la productividad.

2.3 Relación laboral

Es un concepto del derecho del trabajo, y una categoría jurídica, económica y social de carácter complejo que permite delimitar el ámbito de aplicación de la normativa laboral y determina la existencia de derechos, deberes, prohibiciones y obligaciones para las partes que intervienen en esta relación laboral. En el ámbito del derecho del trabajo la Organización Internacional del Trabajo OIT define la relación jurídica como un nexo jurídico entre un empleador y un trabajador que existe cuando una persona presta un servicio bajo determinadas condiciones. Según (Amézquita Garnica, 2024) la relación laboral debe enmarcarse en condiciones de dignidad para los trabajadores quienes serán la parte productiva y quienes deberán siempre estar resguardados por políticas estatales adquiriendo para esto deberes y derechos, pero a su vez adquieren responsabilidades y prohibiciones que permitirá a la parte empleadora a tener seguridad de cumplimiento de la relación laboral.

En el ámbito de la sociología, la relación laboral es una expresión de poder entre el capital (empleador) y el trabajador, esta relación no son estáticas, sino que siguen una evolución en función de los cambios en los sistemas productivos, la tecnología y las condiciones económicas. En este sentido, el derecho del trabajo ha sido históricamente un derecho dinámico que se adapta a la transformación del mundo laboral (De la Garza Toledo, 2000), (Ruiz Ramón & Mogrovejo León, 2025).

En la realidad latinoamericana, la relación laboral ha experimentado transformaciones significativas debido a la globalización, la digitalización y la flexibilización del trabajo, con la aparición de nuevas formas de empleo, que han generado desafíos en la delimitación de la relación laboral, especialmente en lo que respecta a la identificación de la subordinación, en este sentido algunos autores reflejan la evolución de las relaciones laborales en el siglo XXI (López Montoya, 2023), (Ruiz Ramón & Mogrovejo León, 2025). La relación laboral se caracteriza por la coexistencia de formas de empleo formal e informal, lo que plantea desafíos en términos de protección de derechos laborales. La informalidad laboral limita el acceso de los trabajadores a derechos

fundamentales, como la seguridad social, la estabilidad laboral, lo que demuestra la importancia de fortalecer los mecanismos de regulación y control.

En el Estado ecuatoriano, la relación laboral se encuentra reconocida en primer lugar por la Constitución de la República del Ecuador (Constitución de la República del Ecuador, 2008); para quienes prestan sus servicios para el Estado, la norma que regula la relación laboral es la Ley Orgánica del Servicio Público LOSEP (Ley Orgánica del Servicio Público, 2010) regulando así la relación laboral con las y los servidores públicos; para el sector privado la normativa que regula la relación laboral es el Código del Trabajo (Código del Trabajo, 2005); ahora, para quienes prestan sus servicios personales para empresas públicas la normativa que regula la relación laboral es la Ley Orgánica de Empresas Públicas LOEP (Ley Orgánica de Empresas Públicas, 2009), teniendo como norma supletoria al Código del Trabajo; ahora para las entidades de seguridad ciudadana la normativa que regula la relación laboral es el Código Orgánico de Entidades de Seguridad Ciudadana y Orden Público COESCOP (Código Orgánico de Entidades de Seguridad Ciudadana y Orden Público, 2017) normativa que rige para quienes prestan sus servicios en: Policía Nacional, Agentes de Seguridad Municipales, Agentes Civiles de Tránsito, Bomberos.

En conclusión, la relación laboral es una categoría fundamental que permite delimitar los deberes, derechos, obligaciones y prohibiciones laborales, este análisis requiere la implementación de elementos jurídicos, económicos, administrativos para garantizar desde cualquier lugar la protección integral a los derechos fundamentales en el ámbito laboral.

2.4 Flexibilidad laboral

La flexibilización laboral, forma parte de los conceptos más relevantes y debatidos en el derecho del trabajo contemporáneo, refleja la transformación estructural de la relación laboral, frente a los cambios económicos, tecnológicos y organizacionales propios de la globalización. En el ámbito doctrinal, la flexibilización laboral ha sido definida como un principio rector de nuevas formas de organización en el trabajo, incidiendo tanto en la estructura empresarial como en las condiciones laborales, para Jiménez García (Jiménez García, 2000) sostiene que la flexibilización es un eje central en la gestión moderna de los recursos humanos, afectando la configuración de los puesto de trabajo, la organización de las plantillas y la relación entre el empleador y sus trabajadores. Esta concepción resalta de su carácter transversal, tanto se limita a un aspecto científico, abarcando la totalidad del sistema laboral.

Desde el enfoque económico la flexibilización laboral se vincula con la necesidad de mejorar la eficiencia y competitividad de las empresas en un entorno globalizado, permite ajustar el volumen de empleo, los salarios y las condiciones de trabajo en función de las necesidad productivas reduciendo costos y aumentando la capacidad de respuesta ante cambios de la demanda; sin embargo, conforme lo dice Juan Martínez Pastor, esta perspectiva ha sido objeto de críticas ya que en muchos casos la flexibilidad se traduce en precarización laboral, afectando la estabilidad y seguridad de los trabajados, obviamente cuando no se tiene delimitada o delineada de manera correcta la normativa que regula este modelo de relación laboral. (Martínez Pastor, 2011)

En el ámbito jurídico, la flexibilización laboral plantea un desafío primordial, la necesidad de equilibrar la eficiencia económica con la protección de los derechos fundamentales en el ámbito laboral. Como lo dice Looz Burgos (Looz Burgos, 2025) dice que la flexibilización laboral puede constituir una herramienta viable para la sostenibilidad empresarial, siempre que se adecuen los principios fundamentales del derecho laboral, como la igualdad, la estabilidad, la seguridad social y la seguridad jurídica, esto puede calificarse en diversas tipologías, entre las cuales destacan:

Flexibilidad externa o numérica: la capacidad de las empresas para ajustar el número de trabajadores mediante mecanismos como la contratación temporal, el despido o la subcontratación;

Flexibilidad interna funcional: implica la posibilidad de modificar las funciones del trabajo dentro de la organización, promoviendo la polivalencia y la adaptabilidad;

Flexibilidad salarial: permite ajustar las remuneraciones en función de las condiciones del mercado o del desempeño individual;

Flexibilidad temporal: que se relaciona con la organización del tiempo de trabajo incluyendo jornadas flexibles de trabajo por horas y teletrabajo.

Considerando estas herramientas como estrategias para la gestión del talento humano, permitiendo a las organizaciones optimizar la asignación de recursos, mejorar la productividad y adaptarse a entornos dinámicos; Antonio González y Francisco Rincón-Roldán (González Rojas & Rincón - Roldán, 2025) destaca la flexibilidad de los recursos humanos como un factor clave para la innovación y la resiliencia organizativa, con lo que facilita la adaptación a cambios en el entorno.

En el contexto contemporáneo, la digitalización y el desarrollo de nuevas tecnologías ha intensificado la relevancia de la flexibilización laboral. El teletrabajo, ha permitido redefinir las formas de organizaciones del trabajo, facilitando la adaptación a nuevas condiciones productivas. También ha sido asociada con procesos de precarización, caracterizados por la inestabilidad del empleo, la reducción de derechos laborales, la inseguridad económica, este fenómeno ha sido ampliamente documentado en la literatura, evidenciando la necesidad de establecer mecanismos de regulación que garantice un equilibrio entre la flexibilización y la protección (Miguélez, 2024) (Prado Lafuente, 2024).

En conclusión, la flexibilización laboral es un concepto complejo que permite la transformación del mundo del trabajo, su implementación puede generar beneficios en términos de eficiencia y competitividad pero también en riesgos de precarización si no se regula de manera adecuada y estandarizada, bajo este criterio es fundamental adoptar mecanismos que permitan integrara las necesidades jurídicas, económicas y administrativas necesarias para garantizar un equilibrio entre la flexibilidad y la protección de las y los trabajadores.

2.5 Capital humano

El capital humano tiene un valor estratégico importante dentro de una organización, ya que influye directamente sobre el éxito su sostenibilidad, adicionalmente sin este no se podría cumplir los objetivos primordiales ni ejecutar operaciones, para que esto no ocurra se debe gestionar correctamente mediante la planificación, capacitación y desarrollo para alcanzar la mejora continua de sus competencias y que la ejecución de sus actividades en sus puestos de trabajo sea de calidad (Lara & Rios , 2024).

Los antiguos modelos de administración del personal tomaban al capital humano como un número adicional que servía para cumplir con la productividad y objetivos trazados, en la actualidad se analiza cómo desarrollar nuevas competencias en los colaboradores para que sean más competitivos y productivos e influya de forma positiva sobre la calidad del producto que ofrece la empresa, aquello representa una inversión estratégica, ya que no se tiene la percepción de ser un recurso más en la empresa sino como activo intangible que proporciona valor agregado (Allen , 2026).

La globalización ha influido sobre todos los mercados mundiales haciéndolos más dinámicos y exigentes, ante esto las empresas deben reaccionar de forma eficiente cubriendo las necesidades que surgen a diario con sus clientes, bajo este paradigma su capital humano requiere una planificación estrategia que desarrolle las competencias necesarias e integrales para alcanzar el producto deseado, objetivos organizaciones e individuales (González & Franco , 2021).

El capital humano debe estar debidamente capacitado y planificado para eventualidades de fuerza mayor e imprevistas con el fin de que las operaciones no se detengan sino más bien tengan una continuidad normal, un claro ejemplo de cambios en el entorno organizacional fue cuando se presentó la pandemia por COVID 19 dónde muchas empresas no estuvieron preparadas y peor aún sus colaboradores como resultado hubieron despidos y cierres muchas empresas importantes (Vijay , 2025).

2.6 Planificación del talento humano

La planificación del talento humano es una herramienta estratégica que permite realizar un diagnóstico predictivo, controlar las necesidades y establecer mecanismos para garantizar que la organización cuente con el número ideal de colaboradores, esto con el fin de que ellos cumplan con los objetivos institucionales y estratégicos de corto, mediano y largo plazo, asimismo favorecer y motivar a la consecución de objetivos individuales, ya que no se trata de cuantificar o percibir al

personal como un número, sino más bien desarrollar y alinear sus habilidades, conocimientos y destrezas a las necesidades de la organización (Guerrero, Jácome, Terán, & Frias, 2025).

Actualmente la planificación de talento humano ya no se reduce al número de personas que se requiere dentro de una empresa para cubrir las operaciones generadas por la necesidad o su giro de negocio, sino más bien es identificar las competencias que garanticen su éxito, escudriñar los talentos dentro de su capital humano, la definición clara y concisa de los objetivos que desea alcanzar, misión y visión, la creación y promoción de una cultura laboral que sea favorable para el logro de los mismos, innovación en los estilos de liderazgo y administración, salario emocional e incentivos por lograr las metas planteadas (Chiavenato, Gestión del talento humano, 2009).

Desde el punto de vista de una empresa de construcción (Pérez , 2025) percibe la planificación de talento humano (PTH) como una herramienta que permite pronosticar necesidades según el giro de negocio, es decir que va a determinar cuántos trabajadores necesitará en un tiempo determinado y cuál va a ser el valor de gasto de su fuerza laboral en la empresa, todo aquello se medirá en cada una de las etapas del ciclo, desde el pronóstico de necesidades hasta la gestión de presupuestos por cada colaborador contratado, este enfoque divide la PTH en dos grandes objetivos, por una parte es conocer el capital humano que se necesita considerando las competencias ideales para las vacantes que se desea cubrir y por otro lado es alinear los objetivos y estrategias del talento humano a la estrategia organizacional.

Por otra parte (Chiavenato, Gestión del talento humano, 2009) establece dos enfoques para la planificación estratégica de talento humano que son:

Modelos operativos para la gestión de talento humano: Considera que los colaboradores contratados por la necesidad del giro de negocio es una variable que depende mucho de la producción o servicio, existe una correlación entre las variables número de personal y producción, en este enfoque no se consideran estrategias de mercado, gestión de clientes, huelgas o falta de materia prima.

Modelos tácticos para la gestión de talento humano: Están orientados para los mandos gerenciales del organigrama, con el fin de brindar herramientas para organizar, planificar, dirigir y controlar estrategias que feliciten el cumplimiento de los objetivos con un liderazgo transformacional donde se tomen riesgos, innove continuamente e incentive al desarrollo de las competencias de todo el personal de colaboradores de la empresa.

2.7 Gestión estratégica

La gestión estratégica del capital humano es un mecanismo predictivo que debe aplicarse en todas las empresas con el objetivo de mejorar y desarrollar continuamente la competitividad, innovación, y mejora continua para alcanzar resultados óptimos y un producto o servicio de calidad (López , Pasamar , & Valle , 2018).

Actualmente el mundo empresarial se ve influido por los cambios existentes en la globalización, competencia y nuevas demandas, la gestión estratégica del talento humano debe estar en constante innovación e investigación aplicada para que sus colaboradores tengan las herramientas necesarias y puedan responder eficazmente a los nuevos retos tecnológicos y globales (Ulrich, Brockbank, Younger, & Ulrich, 2013).

La gestión estratégica del talento humano es una herramienta que secunda a la alineación de las competencias de los colaboradores antiguos o nuevos a los objetivos organizacionales, misión y visión corporativa, mediante la evaluación constante, promoción de una cultura laboral flexible, incentivos salariales y desarrollo profesional (Guerrero, Jácome, Terán, & Frias, 2025).

Por otra parte, la gestión estrategia del talento humano ya no se limita a controlar al personal sino más bien desarrollar sus competencias, buscar modelos flexibles para su gestión, ajustar la distribución de tiempo laboral real sin afectar beneficios, con el fin de ser más eficientes en el mercado laboral, a su vez garantiza el funcionamiento correcto de la empresa porque permite anticiparse a las necesidades del cliente interno y externo (Machado, 2017)

2.8 Indicadores de gestión

Una de las herramientas que permiten medir y controlar de una forma objetiva la gestión del talento humano son los indicadores o Kpis, los cuales brindan información cuantificable de procesos que ocurren dentro y fuera de una organización. El análisis de los resultados obtenidos facilita tomar decisiones, detectar anomalías y emitir correcciones a tiempo, la gestión orientada en indicadores da una contribución directa a la reducción de costos y mejora continua del desempeño laboral (Ghosh & Sengupta, 2016).

Actualmente la administración del capital humano requiere mediciones que permitan evaluar su desempeño y eficiencia laboral, los indicadores de gestión facilitan controlar y determinar el número de personas que requiere una organización en función de sus productividad e incluso se puede medir los cuellos de botella que retrasan el rendimiento operativo, un método eficaz que permite la mejora continua es la comparación de los resultados para promover y promocionar mecanismos nuevos en los procesos (Cascio, Managing Human Resources, 2022).

Para las empresas es fundamental identificar qué indicadores se ajustan a su giro de negocio y que les permitan monitorear el estado de la planificación de capital humano, (Souto , Reyes , & Díaz , 2018) proporcionan un listado de indicadores de carácter cuantitativos que permiten una correcta gestión los cuales son:

2.8.1 Indicadores cuantitativos

Productividad: indicador que proporciona información respecto a la cantidad de recursos empleados con la productividad obtenida.

- $P = VAB / PT$
- VAN= Valor Agregado Bruto
- PT= Promedio de trabajadores
- Cumplimiento del plan de capacitación: mide el porcentaje de cumplimiento del plan de capacitación.
- Porcentaje de cumplimiento= $TAC / TAP * 100$
- TAC= Capacitaciones cumplidas
- TAP= Capacitaciones planificadas
- Ausentismo: mide el porcentaje de ausentismo del personal operativo / técnico administrativo.
- $A = \text{Numero de ausentismos} / \text{Número total horas laborables planificadas} * 100$
- Fluctuación Laboral: mide el número de renunciaciones en la empresa.
- $FL: B / T1$
- B: Renunciaciones voluntarias
- T1: Numero de colaboradores con los que cerró nomina

Valoración y clasificación de cargos: La valoración y clasificación de cargos consiste en un proceso técnico centrado en analizar las responsabilidades, tareas y requisitos de cada puesto de trabajo con el fin de establecer una posición dentro de la estructura organizacional, dicho proceso determina la jerarquía y el nivel de dificultad de las actividades y en función de aquello facilita el diseño de sistemas de remuneración que sean más justos y equitativos, adicionalmente contribuye a distribución proporcional del trabajo evitando cuellos de botella (Valero , 2008).

En la administración del capital humano existen múltiples técnicas que permiten valorar los cargos de una empresa una de ellas es la valoración de puestos por puntos, dicho sistema descompone el puesto de trabajo en varios elementos y le asigna un valor de acuerdo con el nivel de exigencia que ese cargo requiere, (Echevarría , 2007) establece un listado de los factores que se deben evaluar:

- Formación e instrucción requerida: nivel de estudios o conocimientos que se necesitan para desempeñar correctamente el cargo, aquello incluye capacitaciones y experiencia previa.
- Experiencia: conjunto de competencias adquiridas a través del tiempo y de empleos anteriores.
- Competencias: conocimientos, habilidades y destrezas para realizar el trabajo.
- Esfuerzo físico/mental: nivel de energía o esfuerzo que se empleará al realizar las tareas, cargos forzados tienen más valoración.

- Responsabilidad: determina el grado de responsabilidades: materia prima, dinero, información sensible, capital humano o resultados, cargos con más responsabilidad tienen mayor puntaje.
- Condiciones de trabajo: se analiza si el cargo tiene mayor ruido, riesgos, incomodidad, clima o peligros cargos con más peligro tienen mayor puntaje.
- Complejidad del puesto de trabajo: clasifica los cargos en niveles de dificultad.
- Toma de decisiones: identifica el grado de autonomía que tiene el colaborador.
- *Rol en la organización*: detectar la relevancia que tiene el puesto de trabajo en la empresa, permite organizar la jerarquía en el organigrama.
- *Control sobre resultados*: distingue la responsabilidad sobre el cumplimiento de objetivos organizacionales.

3. METODOLOGÍA

La siguiente investigación fue desarrollada mediante el paradigma de investigación aplicada en post de proponer soluciones concretas y reales a la problemática institucional y cotidiana que presenta la Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de Antonio Ante, para conseguir una reingeniería de la estructura de la EPAA-AA y con ello mejorar la planificación del talento humano (Bernal, 2022).

Enfoque, se consideró un enfoque mixto de investigación, que integra métodos cualitativos, con el que se logró la interpretación y análisis del problema de atención de las órdenes de trabajo; por otro lado, el método cuantitativo facilitó la descripción de la dificultad a la atención de las órdenes de trabajo, este paradigma permite obtener datos sobre el promedio de atención en un tiempo estimado de 11 días laborables, se debe recalcar que el uso de métricas estadísticas ofrecen mayor objetividad al momento de interpretar la correlación entre las variables investigadas (Hernández & Mendoza, 2018).

Alcance, la presente investigación fue descriptiva – propositiva, en la primera parte se realizó una descripción donde se detalla puntualmente la realidad empresarial de la EPAA-AA, donde se identifica la dificultad de atención oportuna de las órdenes de trabajo, aunque el tiempo de atención no es excesivamente prolongado desde un enfoque administrativo, se lo considera alto por ser una empresa de servicio básico e indispensable como el agua y tiene una influencia generada por las necesidad ciudadana; en la parte propositiva, se plantea una alternativa viable que prioriza la contratación por horas y con ello optimizar la planificación y gestión del talento humano (Tamayo , 2019).

El método analítico sintético permite la descomposición problemática administrativa, jurídica y operativa que está relacionada con la gestión o planificación del talento humano, subsiguientemente se utilizó cada resultado arrojado para tener una visión clara, concisa y global de la operación empresarial, se debe mencionar que este método brinda un soporte enriquecedor en las investigaciones socio - administrativas donde se estudió variables complejas para comprender y analizar los fenómenos y sus partes (Bernal, 2022).

El método inductivo facilita la interpretación de los datos empíricos obtenidos de la funcionalidad institucional, haciendo énfasis en el número de órdenes de trabajo, tiempo de atención y la fuerza u operatividad del personal y en cada una de ellas, identificar los problemas relacionados con la demanda de trabajo y la planificación del talento humano, esta metodología parte de la observación o análisis de casos específicos para establecer conclusiones generales (Hernández & Mendoza, 2018).

El método deductivo, ayudó al planteamiento de principios de la administración empresarial, gestión del talento humano y la flexibilización laboral para la EPAA-AA, con la finalidad de proponer una propuesta basada en datos técnicos y estadísticos que permitan plantear las bases de la contratación por horas como un instrumento de mejora para la eficiencia, eficacia y efectividad institucional, este método permite analizar teorías o principios generales para explicar hechos, situaciones o fenómenos particulares dentro de instituciones, empresas u organizaciones (Méndez, 2020).

Población y muestra, la población de estudio estuvo configurada por el personal técnico administrativo de la Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de Antonio Ante (EPAA-

AA), conformada por 38 colaboradores, quienes son responsables de procesos administrativos, coordinación institucional y operativos. La población se define como el número total de participantes que comparten características y con los cuales se desea obtener datos informativos para la investigación (Hernández & Mendoza, 2018).

Debido a que el número de trabajadores es reducido y accesible, se aplicó un muestreo censal, concentrando el total de la población disponible; bajo esta lógica, la muestra coincidió con la población total (n=38). El censo resulta ideal y viable cuando es posible estudiar todos los elementos del universo investigado, suprimiendo los errores derivados de la selección muestral y ofreciendo una mejora en la precisión de los resultados (Bernal, 2022).

Técnicas e instrumentos, el cuestionario estuvo configurado por dos secciones importantes. La primera acumuló información sociodemográfica y profesional de los individuos estudiados (4 primeros ítems). La segunda parte valoró la percepción sobre políticas de flexibilidad laboral mediante cinco ítems, mediante dimensiones estratégicas del modelo VRIO (valor, rareza, inimitabilidad y capacidad organizacional), así como su influencia en la productividad y respuesta operativa.

Validez, el instrumento se sustentó en el modelo VRIO, planteado por Jay Barney, el cual es empleado en la teoría de recursos y capacidades que permiten determinar y analizar qué tipo recursos organizacionales pueden generar valor en ventajas competitivas sostenibles. En este estudio respecto a las políticas de flexibilidad laboral o contratación por horas fueron analizadas como una capacidad estratégica institucional.

Los ítems del cuestionario fueron configurados en función de las cuatro dimensiones del modelo VRIO: valor, rareza, inimitabilidad y capacidad organizacional de aprovechamiento. De este modo, se procedió a consultar al personal si dichas políticas pueden generar valor estratégico para la EPAA-AA, si son poco comunes, si son difíciles de replicar y si la institución posee las condiciones necesarias internas para poder implementarlas. Adicionalmente se incluyó un ítem enfocado a medir el impacto esperado sobre la productividad y la atención de órdenes de trabajo que la institución desea cumplir, como resultado operativo de la aplicación de estrategias de flexibilidad laboral. La correlación entre los ítems y el marco teórico manejado evidencia una adecuada validez del constructo, al existir coherencia entre las preguntas estructuradas y las dimensiones que se pretendieron medir (Barney J. , 2002).

Confiabilidad, la confiabilidad del instrumento fue evaluada mediante el coeficiente KR-20, adecuado para ítems dicotómicos. Sin embargo, los resultados obtenidos no evidenciaron una consistencia interna elevada, lo cual se explica debido a que el instrumento no fue diseñado como una escala unidimensional, sino como un conjunto de ítems que responden a diferentes dimensiones estratégicas del modelo VRIO (valor, rareza, inimitabilidad y organización), así como su impacto en la productividad. En este sentido, la baja consistencia interna no representa una limitación metodológica, sino una característica propia del diseño del instrumento, el cual busca analizar variables organizacionales desde un enfoque multidimensional. Por ello, la confiabilidad del estudio se sustenta en la coherencia teórica del modelo utilizado y en la consistencia conceptual entre los ítems y las dimensiones analizadas. Adicionalmente, se emplearon técnicas de análisis descriptivo y relacional que permiten interpretar de manera adecuada la información recolectada, garantizando la solidez de los resultados obtenidos.

4. RESULTADOS – DISCUSIÓN

4.1 Análisis de resultados

El análisis de resultados se observa que de las estadísticas; desde el punto de vista operativo institucional se evidencia que la Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de Antonio Ante EPAA-AA, muestra una media de 11 días laborables en la atención de las órdenes de trabajo, con una concentración de atención de 6 y 15 días, con lo que podemos evidencia una atención regular, pero por la importancia de los trabajos puede entenderse como una atención tardía en los servicios que son competencia exclusiva de la EPAA-AA, con lo que se puede entender una afectación externa por la forma tardía de la atención.

Ahora desde el punto de vista organización perceptivo, en referencia a las encuestas realizadas al personal, se observa que la estructura de la EPAA-AA es heterogénea en base a las profesiones de los servidores públicos, con presencia de personal técnico, administrativo y operativo; lo que formaliza la validez contextual del instrumento aplicado. De los 38 servidores encuestados, el mayor grupo corresponde a otras profesiones con un equivalente al 48,70% dentro de las cuales se encuentran (ingenieros ambientales, mecánicos, topógrafos), seguidos por Ingeniería de Contabilidad y Auditoría con el 17,90%, e Ingeniería en Administración de Empresas con el 10,30%; demostrando una estructura profesional multidisciplinaria que fortalece a la estructura empresarial de la EPAA-AA.

En cuanto a la gestión de equipos de trabajo u subordinados, 25 de los servidores equivalente al 65,80% indican que tiene personal bajo su responsabilidad, mientras que 13 de los servidores equivalente al 34,20% señalaron no tener personal bajo su responsabilidad. En la distribución de la carga jerárquica se identifica que la mayor parte de los encuestados no tiene subordinados, pero dos cargos como el Especialista de Agua Potable tiene 16 trabajadores y el Especialista de Alcantarillado tiene 18 trabajadores; dato de mucha importancia para la investigación porque se evidencia que en la parte operativa técnica y la fuente principal del servicio de la EPAA-AA se cuenta con la mayor cantidad de trabajadores operativos.

En relación a la experiencia profesional la mayor parte de cargos recae en Asistente Administrativo en un total del 10,30%, seguida de Asistente de Notificación y Cobranzas con el 5,10% al igual que los Recaudadores; el resto corresponde a cargos individualizados, revelando la existencia de una estructura funcional dispersa, y equitativa de soporte entre la parte administrativa y operativa técnica. Ahora, los resultados medulares de percepción sobre la flexibilidad laboral son consistentes, el 97,40% de los servidores encuestados consideran que la flexibilidad laboral genera valor para la EPAA-AA y el mismo porcentaje sostiene que un programa de flexibilización mejoraría la atención pronta de las órdenes de trabajo, a esto se suma la totalidad de los encuestados que consideran que la EPAA-AA podría organizarse para explorar y aprovechar las políticas de flexibilización.

Por otro lado, también es relevante que el 59,00% consideran que las políticas de flexibilización son raras, mientras que 41,00% no las entiende de la misma manera; por lo que se puede entender una confusión de terminología para algunos de los encuestados quienes pueden percibir a la flexibilización laboral como una precarización laboral; así también, el 74,40% considera que estas políticas no son imitables, frente a un 25,60% que las considera como imitables. Aunque esta lectura se alinea formalmente con la lógica VRIO, ahora para una empresa Pública como la EPAA-AA conviene interpretar la inimitabilidad no como exclusividad competitiva del mercado, sino como dificultad de replicación institucional por razones normativas, organizacional y presupuestaria.

Tabla 1: Encuestas

Tabla	Variable consultada	Resultado sintetizado	Interpretación técnica
Pregunta 1	Profesión actual	38 encuestados. Otras Profesiones = 48,70%; Ing. Contabilidad y Auditoría = 17,90%; Ing. Administración de Empresas = 10,30%; Ing. Sistemas y Tecnologías = 7,70%; Ing. Civil = 7,70%; Ing. Comercial = 2,60%; Abogado = 2,60%	Existe heterogeneidad profesional en la EPAA-AA, que resulta compatible en una empresa público de servicio básicos.
Pregunta 2	Gestión y coordinación personas / equipos	25 servidores tienen trabajadores bajo su dependencia = 56,80%; 13 servidores no tienen trabajadores bajo su dependencia = 34,20%	Esta organización presenta una proporción racional en base al personal bajo responsabilidad, lo que revela una estructura funcional, así como posibles exigencias en supervisión y coordinación.
Pregunta 3	Número de personas a cargo	20 servidores no tienen personal que no tiene subordinados en un total de 57,10%, en el caso de Especialista de Agua Potable 16 trabajadores, Especialista de Alcantarillado 18 trabajadores. El resto de los servidores tienen entre 1 a 5 personas a su cargo.	Se demuestra que en las áreas técnicas que son de vital importancia para la EPAA-AA es donde más se concentran los trabajadores operativos.
Pregunta 4	Experiencia profesional (cargo)	Se evidencia que el mayor cargo dentro de la EPAA-AA es el de Asistente Administrativo en un total de 10,30%; Asistente de Notificaciones y Cobranzas el 5,10%; Recaudadores el 5,10%.	Existe una estructura organizacional funcional y diversa, lo que facilita respuestas rápidas por la diversidad de cargos existentes
Pregunta 5	Flexibilidad laboral, genera valor	De los 38 servidores encuestados el 97,40% tiene una respuesta favorable, mientras el 2,60% respondió de manera negativa	Se demuestra que existe un consenso institucional respecto al valor organización de la flexibilización laboral
Pregunta 6	Flexibilidad laboral es rara	De lo encuestados el 59,00% indica que es rara, mientras que el 41,00% dice que no es rara	La rareza se asocia más al desconocimiento de la terminología.
Pregunta 7	Flexibilidad laboral es imitable	De los encuestados el 74,40% considera que esta política es imitable, mientras que el 25,60% la considera como imitable	En la EPAA-AA, se percibe que la aplicación dependerá de las políticas públicas.
Pregunta 8	Capacidad de organización para aprovechar la flexibilidad laboral	El 100,00% de los encuestados considera que esta política puede aprovecharse para una mejor productividad de la EPAA-AA	La percepción es unánime al decir que esta política de flexibilidad mejorará la parte productiva de la EPAA-AA
Pregunta 9	Flexibilidad y mejora de atención de órdenes de trabajo	El 97,40% considera que mejoraría la producción de la EPAA-AA por una atención pronta de las órdenes de trabajo, mientras que el 2,60% no lo considera de esa manera	La flexibilidad laboral, se la entiende como una herramienta útil para fortalecer la parte productiva y eficacia de la EPAA-AA

Fonte. Elaboración propia

4.2 Discusión científica

Los resultados permiten centrar la discusión investigativa, respecto de la flexibilización laboral, así como en la funcionalidad organizacional, para el caso de la EPAA-AA, que la respuesta en la atención a las órdenes de trabajo es relativamente estable, pero los tiempos de estas atenciones son prolongados para la necesidad real de la atención; sin embargo, esta regularidad, no refleja una suficiencia orgánica estructural, sino más bien evidencia un esquema de funcionalidad por sobrecarga laboral y por mecanismos de compensación informal y en una saturación de labores que conllevan a un problema presupuestario por los altos valores a cancelar por horas suplementarias y extraordinarias a cancelar al personal.

Desde la perspectiva de la gestión del talento humano, han sido (Vizuet Muñoz, Zambrano Lizano, & Aldaz Calero, 2023) quienes sostienen que la planificación del talento humano constituye una estrategia para atraer, retener y alinear capacidades con necesidades reales evitando un mal funcionamiento organizacional y sobrecarga laboral. Por otro lado, en la encuesta realizada los servidores reconocen la necesidad de contar con mecanismos o herramientas más flexibles para la organización y la planificación del talento humano, sin que esto pueda entenderse como una sustitución del empleo pleno, sino más bien para que se pueda responder de forma ágil, oportuna y correcta las órdenes de trabajo, evitando así la acumulación de órdenes de trabajo.

Para (Antunes, Pereira, Díaz, & Vinhas da Silva, 2023) lo primordial en la flexibilización laboral es realizarlo de manera clara con políticas que buscan la protección a la parte trabajadora, es allí donde (Barney J. , 1991) por intermedio de la lógica VRIO busca examinar si la flexibilización genera un valor, rareza, inimitabilidad y capacidad de organización, lo que se generaría a través de

una planificación adecuada del talento humano, que se fortalece con lo dicho por (Chiavenato, Gestión del talento humano, 2009) que para todo tipo de cambio organización es necesario contar con un talento humano con decisión y con una planificación de talento humano para que exista un equilibrio razonable en esta transición.

En el caso de la Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de Antonio Ante EPAA-AA, el componente del valor es positivo y viable, pues de los encuestados coinciden en decir que la flexibilidad laboral genera un valor por la mejora en las atenciones de las órdenes de trabajo, para que estas sean más prontas en base a los requerimientos de los usuarios, esto guarda coherencia con la investigación realizada para esto (Barbieri, 2009) (Brega, Briones , Javornik, León , & Yerkes, 2023) vinculan la flexibilidad laboral con la competitividad, rendimiento y productividad; para el contexto de una empresa pública, por lo que se traduce en una eficiencia pública y satisfacción al usuario.

En lo relacionado a la rareza, esto requiere una lectura más fina, ya que el 59,00% percibe a estas políticas como raras lo que no significa que no sea viable, más bien al desconocimiento conceptual pues puede entenderse como una precarización laboral mal entendida; desde el punto de vista del derecho laboral, la flexibilidad debe diseñarse con respeto a los principios fundamentales del derecho laboral, garantizando los principios universales y tutelando los derechos de los trabajadores, demandado así a una estructura normativa sólida que asegure remuneración justa, seguridad social y los demás derechos laborales.

En cuanto a la inimitabilidad, se indica que estas políticas no serían fácilmente imitables y que pueden resultar factible en la administración pública estatal, donde la adopción de modalidades contractuales o de organización empresarial debe ser en base a la existencia de normativa adecuada, bajo un control jurídico, administrativo y político; lo que la imitabilidad debe ser considerada como una clave para el mejoramiento productivo de la empresa sea esta pública o privada.

El hallazgo más sólido radica en la parte organizacional, pues de forma unánime los servidores públicos de la EPAA-AA sostienen que la capacidad de reorganizar la planificación del talento humano es la flexibilidad laboral; para esto debe entenderse que el equilibrio existente entre la necesidad empresarial y el capital humano se lo reflejaría en la atención pronta de las órdenes de trabajo. Dicho de otro modo, la encuesta no solo expresa una opinión favorable, sino una predisposición organizacional coherente con la necesidad empresarial.

Ahora, desde la psicología industrial y la gestión del talento humano, estos hallazgos también pueden interpretarse como una señal de reorganización o ajustes entre la carga de trabajo y la disponibilidad efectiva del personal, ahora para esto (Vizute Muñoz, Zambrano Lizano, & Aldaz Calero, 2023) indican de manera clara que una planificación adecuada orienta que el capital humano sea la base de la atención empresarial, brindando garantías y con ellos asegurando productividad. La concentración de subordinados en las áreas de Agua Potable y Alcantarillado puede acarrear ciertos inconvenientes al poder ser posiblemente el cuello de botella para la atención de las órdenes de trabajo y que no sea necesariamente una falta de organización sino a una sobrecarga laboral y a un sobredimensionamiento.

La discusión científica, permite afirmar que la flexibilidad laboral adquiere relevancia cuando se orienta a responder de manera estratégica a variaciones de la demanda, contingencias y acumulación de carga de trabajo. En este sentido la investigación coincide con lo postulado en el modelo VRIO, especialmente en la dimensión del valor y organización, puesto que la flexibilidad es percibida como recurso útil para optimizar la gestión empresarial; sin embargo, en una empresa pública como la EPAA-AA, el valor de esta política debe interpretarse no como una ventaja competitiva mercantil, son como mejora de la eficiencia pública, continuidad del servicio y satisfacción de la ciudadanía.

De manera complementaria, el hecho de que el 59,00% considere que esta política de flexibilidad laboral es rara y un 74,40% la perciba como no imitable evidencia que dentro del contexto empresarial la flexibilidad laboral aun es comprendida como una herramienta novedosa, compleja y dependiente de la normativa y sus condiciones. Esto sugiere la necesidad de fortalecer la claridad conceptual y jurídica del debate, evitando que la flexibilidad sea confundida como precarización laboral. Por lo tanto, los resultados no respaldan una desregularización del trabajo, sino la construcción de un mecanismo técnico y jurídicamente garantista que permita a la Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado ajustar su capacidad operativa a las necesidades reales del servicio.

5. CONCLUSIONES

El estudio comparado de experiencias internacionales permite establecer que la contratación por horas puede contribuir como una herramienta funcional para la mejor organización del talento humano, siempre que se cuente con normativa legal adecuada en la que se garantice el respeto a los derechos y principios laborales. La revisión de los modelos europeos y latinoamericanos demuestra que la flexibilización produce resultados favorables cuando existe equilibrio entre la eficiencia y la protección.

Desde la visión administrativa financiera que se ha desarrollado en países europeos, la contratación por horas representa una alternativa administrativa técnica favorable para la optimización de recursos económicos, financieros y del propio talento humano, sin que exista la necesidad de sobredimensionar la nómina empresarial. Su utilidad radica en atender picos de demanda, contingencias técnicas, acumulación de órdenes de trabajo y sobreesfuerzo de la parte operativa, contribuyendo a una mejor planificación del talento humano de manera eficiente, equilibrado y justo.

El análisis permite concluir que la contratación por horas es jurídicamente, siempre y cuando su implementación se sustente de manera jurídica correcta, es decir, que se encuentre contemplada en la Norma de Administración del Talento Humano (Reglamento Interno de Trabajo), amparándose para esto al artículo 33 de la Ley Orgánica de Empresas Públicas LOEP y obviamente al Código del Trabajo. Implementación que puede ser considerada como un mecanismo de optimización del talento humano, orientada a responder a las necesidades empresariales dentro de la protección de los derechos de las y los trabajadores.

REFERENCIAS

Adedapo Adewunmi, O. (2020). Influence of Employee Attributes, Work Context and Human Resource Management Practices on Employee Job Engagement. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 295 - 308.

Alba Vega, C., Bensusan, G., & Vega, G. (2024). El Trabajo del Futuro con Derechos Laborales. El Colegio de México. doi: <https://elibro.net/es/lc/uisrael/titulos/287515>

Albornoz, E., Guzmán, M., Sidel, K., Chuga, J., González, J., Herrera, J., . . . Cañizales, A. (2023). Metodología de la Investigación aplicada a las ciencias de la salud y la educación. Quito, Ecuador: Mawil Publicaciones de Ecuador.

Allen, J. (2026). Human Capital Theory: Heterogeneity in Labor Economics and Economic Theory. Canada: Palgrave Macmillan. Obtenido de <https://www.amazon.com/Human-Capital-Theory-Heterogeneity-Economics/dp/3031991125>

Amézquita Garnica, L. G. (2024). La relación de dependencia en el Derecho del Trabajo. *Opus Magna Constituiconal XXI*, 21(21). doi:<https://doi.org/10.37346/opusmagna.v21i1.141>

Antunes, F., Pereira, L., Díaz, Á., & Vinhas da Silva, R. (2023). Flexible labour policies as competitive advantage. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 563 - 590.

Armstrong, M., & Taylor, S. (2014). Human Resource Management Practice. London: Library of Congress Cataloging.

Asamblea Nacional. (2010). Código Orgánica de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización. Asamblea Nacional.

Asamblea Nacional. (2017). Código Orgánico de Entidades de Seguridad Ciudadana y Orden Público. Asamblea Nacional.

Barbieri, P. (2009). Flexible Employment and Inequality in Europe. *European Sociological Review*, 25(6), 621-628. doi: <https://doi.org/10.1093/esr/jcp020>

Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 99-120.

Barney, J. (2002). Gaining and sustaining competitive advantage. California: Prentice Hall.

Bernal, C. (2022). Metodología de la Investigación. Administración Economía. México: PEARSON.

- Boell, S., Campbell, J., Cheng, J., & Cecez-Kecmanovic, D. (2013). The transformative nature of telework: a review of the literature. *Australian National University*, 01(01), 1 - 10. doi: <http://hdl.handle.net/1885/154058>
- Brega, C., Briones, S., Javornik, J., León, M., & Yerkes, M. (2023). Flexible work arrangements for work-life balance: a cross-national policy evaluation from a capability's perspective. *Internacional Journal of Sociology and Social Policy*, 43(13-14), 278-294. doi: <https://doi.org/10.1108/IJSSP-03-2023-0077>
- Cascio, W. (2022). *Managing Human Resources*. United States of America: McGraw Hill LLC.
- Charry, J., & Navarro, S. (2018). *Manual de Metodología de la Investigación y Principios en Publicación Científica*. Bogotá, Colombia: Editorial Uninavarra.
- Chávez de Barrera, N. (2002). *Derecho Laboral Aplicado*. Universidad Central del Ecuador.
- Chiavenato, I. (2000). *Administración de Recursos Humanos*. Lyly Solano Arévalo. doi: https://frq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/15522/mod_resource/content/0/Chiavenato%20Idalberto.%20Administraci%C3%B3n%20de%20Recursos%20Humanos.pdf
- Chiavenato, I. (2009). *Gestión del talento humano*. México, D. F: McGraw Hill. Obtenido de https://todoproyectos1.com/wp-content/uploads/2021/09/libro_gestion-del-talento-humano.pdf
- Chung, H. (2020). Gender, Flexibility stigma and the perceived negative consequences of flexible working in the UK. *Social Indicators Research*, 521 - 545.
- Chung, H., & Van Der Horst, M. (2018). Women's employment patterns after childbirth and the perceived access to and use of flexitime and teleworking. *National Library of Medicine*, 47-72.
- Constituyente, A. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Asamblea Nacional.
- De la Garza Toledo, E. (2000). *Tratado Latinoamericano de Sociología del Trabajo*. Fondo de Cultura Económica.
- Duarte, D., & Guerrero, R. (2024). La encuesta como instrumento de recolección de datos, confiabilidad y validez en investigación científica. *Fotriem*, 4 - 5.
- Echevarría, J. (2007). *Manual de valoración de puestos y calificación de méritos*. Grupo Planeta (GBS). Obtenido de https://books.google.com.ec/books/about/Manual_de_valoraci%C3%B3n_de_puestos_y_calif.htm?id=ZN3ibm08nvgC&redir_esc=y
- Económico, O. d. (28 de octubre de 2024). *Gobierno corporativo de las empresas públicas estatales*. Obtenido de *Gobierno corporativo de las empresas públicas estatales*: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/06/oecd-guidelines-on-corporate-governance-of-state-owned-enterprises-2024_68fa05cd/18a24f43-en.pdf
- Ecuador, A. N. (2009). *Ley Orgánica de Empresas Públicas*. Quito: Asamblea Nacional del Ecuador.
- Ecuador, A. N. (2010). *Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas*. Quito: Asamblea Nacional del Ecuador.
- Ecuador, C. N. (2005). *Código del Trabajo*. Quito: Congreso Nacional del Ecuador.
- Elizabeth Dreike, A., & Steven E., K. (2002). The effects of flexible work arrangements on stressors, burnout, and behavioural job outcomes in public accounting. *American Accounting Association*, 1 - 34.
- Field, A. (2018). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. Londres: Sage Publications Ltd.
- Galvez, L., Lau, C., Chirinos, D., Dávila, V., Vargas, I., & Flores, F. (2022). *Medidas de tendencia central*. Lima: Professionals Online SAC.
- Ghosh, A., & Sengupta, T. (2016). Predictive analytics for human resources. *Human Resource Development International*, 1 - 5. doi: DOI:10.1080/13678868.2016.1258914
- Gomez, S. (2012). *Metodología de la Investigación*. Tlalnepantla - Estado de México: Ercer Milenio S.C.
- González Rojas, A., & Rincón - Roldán, F. (2025). La flexibilidad de los recursos humanos en el modelo cooperativo. *Revistas de Estudios Corporativos*, 151. doi: <https://doi.org/10.5209/reve.106332>
- González, K., & Franco, H. (2021). *El capital humano como base en las organizaciones*. Ciudad de México: Ediciones Navarra.

González, R. (2022). Enseñanza de las medidas de tendencia central a través del aprendizaje basado en problemas con uso de tic. Santiago – Chile: Universidad de Santiago de Chile.

Govender, L., Migiro, S., & Kyule, A. (2018). Flexible Work Arrangements, Job Satisfaction and Performance. ResearchGate, 10(03), 268 - 277. doi: DOI:10.22610/jebbs. v10i3.2333

Gravetter, F., Wallnau, L., Forzano, L., & Witnauer, J. (2021). Essentials of Statistics for the Behavioural Sciences. Cengage.

Guerrero, C., Jácome, I., Terán, F., & Frias, E. (2025). Gestión estratégica del talento humano alineado al desarrollo organizacional. Ambato - Ecuador: Editorial Grupo AEA. Obtenido de <https://www.editorialgrupo-aea.com/index.php/EditorialGrupoAEA/catalog/book/115>

Guzmán, C., & Farfán, J. (2024). Planeación estratégica en la gestión del talento humano en una Religación, 5.

Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Ciudad de México: McGraw-Hill, Interamericana Editores, S.A. de C. V.

Ismail, S., & Lendai, F. (2025). Flexible work arrangements and employee performance: Unpacking the mediating role of work-life balance among employees. Journal of Cognitive Sciences and Human Development.

Jiménez, M. (2025). Guía práctica de validez y confiabilidad en instrumentos de evaluación para la investigación en salud. Universidad del Desarrollo, 11 - 26.

Jiménez García, J. (2000). La flexibilidad como principio básico de las nuevas formas de organización de los recursos humanos. Revista de Trabajo y Seguridad Social CEF, 207(207). doi: <https://doi.org/10.51302/rtss.2000.17817>

Lara, O., & Rios, G. (2024). Gestion de capital humano. Ciudad de Mexico: Lagares de Mexico S.A. Obtenido de: https://books.google.com.ec/books/about/Gesti%C3%B3n_de_Capital_Humano.html?id=4HYqEQAAQBAJ&redir_esc=y

Loor Burgos, M. A. (2025). Flexibilidad Laboral: ¿una herramienta viable para la sostenibilidad jurídica empresarial. Dominio de las Ciencias, 11(2), 862-878. doi: <https://doi.org/10.23857/dc.v11i2.4359>

López, Á., Pasamar, S., & Valle, R. (2018). Fundamentos para la gestión estratégica de los recursos humanos. Barcelona: Editorial UOC.

López Montoya, D. F. (2023). La subordinación como elemento necesario en la existencia de la relación laboral. Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas, 6(1). doi: <https://doi.org/10.62452/bpw2s302>

Machado, C. (2017). Competencies and (Global) Talent Management. Springer. Obtenido de <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-53400-8>

Manikam, K. (2023). The Future of Flexible Work Arrangements for Hourly Employees. Journal of Human Resource Management.

Manuti, A., & Palma, P. (2018). A Critical Management Approach to the Digitilization of Organizations. Apulia - Italia: Palgrave Macmillan.

Martínez Pastor, J. (2011). La flexibilidad laboral: significados y consecuencias. Revista Científica Complutenses, 48(2). doi:https://doi.org/10.5209/rev_POSO.2011.v48.n2.9

Mella Méndez, L., & Ferreiro Regueiro, C. (2022). Manual de Derecho del Trabajo. Aransadi SAU. doi:<https://elibro.net/es/lc/uisrael/titulos/289756>

Méndez, C. (2020). Metodología de la investigación: Diseño y desarrollo del proceso de investigación en ciencias empresariales. Bogotá: Alpha Editorial.

Miguélez, F. (2024). la flexibilidad laboral. Revista Iberoamericana de relacionales laborales, 13(13). doi: <https://doi.org/10.33776/trabajo.v13i0.151>

Nacional, A. (2010). Ley Orgánica del Servicio Público. Asamblea Nacional.

Nemec, J., & Wright, G. (2002). Theory and practice in central European transition. University of Matej. doi: <https://www.nispa.org/files/publications/ebooks/Public-Finance-Theory-and-Practice.pdf>

Noboa, J., Ávila, M., & Barros, F. (2024). Análisis jurídico de la contratación laboral por horas en el contexto ecuatoriano. Visionario Digital, 4 - 6.

Noriega, C., & Farfán, J. (2024). Planeación estratégica en la gestión del talento humano en una organización empresarial: Un estudio de caso. Religación, 2.

- OIT, D. d. (2019). *Perspectivas Sociales y del Empleo en el Mundo*. Organización Internacional del Trabajo, 13.01(3), 1-125. doi: https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40dgreports/%40dcomm/%40publ/documents/publication/wcms_713013.pdf
- Padilla-Vega, R., Sénquiz -Díaz, C., & Ojeda Castro, Á. (2020). Workforce planning and management FIT in call centres. Emerald Group Publishing Limited, 37-40.
- Páramo Morales, D., Campo Sierra, S., & Maestre Matos, L. (2020). *Métodos de investigación cualitativa: fundamentos y aplicaciones*. Santa Martha - Colombia: Unimagdalena.
- Pérez, T. (2025). Planeación cuantitativa de los recursos humanos en obras de construcción de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba. *Revista de Investigación Latinoamericana en Competitividad Organizacional*, 1 - 10. doi: <https://doi.org/10.51896/rilco.v7i28.1044>
- Peteraf, M. (1993). The Cornerstones of competitive advantage: a resource - based view. *Strategic Management Society*, 179-191.
- Philipp, H. (2021). Does Employment protection affect unemployment? A meta-analysis. *Oxford Economic Papers*, , 73(3), 982 - 1007. doi: <https://doi.org/10.1093/oep/gpaa037>
- Pollitt, C., & Bouckaert, G. (2017). *Public Management Reform*. CPI Group.
- Powell, G., & Mainiero, L. (2010). Toma de decisiones gerenciales con respecto a modalidades de trabajo alternativas. *The British psychological society*, 72(1), 41 - 56. doi: <https://doi.org/10.1348/096317999166482>
- Prado Lafuente, R. D. (2024). teletrabajo y Flexibilidad: Nuevas normas para la Productividad Laboral. *Revista Maya Administración y Turismo*, 6(1). doi: <https://orcid.org/0000-0002-5560-3840>
- Quiñones, S., & Villavicencio, A. (2019). El derecho del trabajo en la actualidad: problemática y prospectiva. Lima-Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Ramos, C. (2025). Pensamiento estratégico en la gestión de la administración pública durante los periodos 2020 –2025. *ConCiencia EPG*, 4.
- Rau, B. (2022). Role Conflict and Flexible Work Arrangements: The Effects on Applicant Attraction. *Personnel Psychology*, 111 - 136.
- Recchi, S., Romens, A.-I., & Scalise, G. (2025). Post-pandemic remote work and the Italian care model: constraint or opportunity? *International Journal of Sociology and Social policy*, 45(13-14), 19-33. doi: <https://doi.org/10.1108/IJSSP-10-2024-0497>
- Ruiz Ramón, L., & Mogrovejo León, R. M. (2025). La relación de dependencia laboral frente a los contratos de servicios profesionales: principio de la primacía de la realidad. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 6(1). doi: <https://doi.org/10.56712/latam.v6i1.3536>
- Sánchez, A., & Garza, A. (2021). Enfoques metodológicos en la investigación histórica: cuantitativa, cualitativa y comparativa. *Scielo*, 6.
- Souto, L., Reyes, S., & Díaz, M. (2018). Sistema de indicadores para el diagnóstico de la gestión de los recursos humanos. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 1 - 29. Obtenido de www.eumed.net/rev/caribe/2018/12/gestion-recursos-humanos.html
- Stiglitz, J., & Rosengard, J. (2015). *Economics of the Public Sector*. New York: Sujin Hong.
- Tamayo, M. (2019). *El proceso de la investigación científica*. Ciudad de Mexico: Editorial Limusa S.A.
- Tamayo Melgar, C. E., & Agurto Gonzáles, C. A. (2021). *Nociones de Derecho del Trabajo*. Olejnik. doi: <https://elibro.net/es/lc/uisrael/titulos/249182>
- Timms, C., Brough, P., O'Driscoll, M., Kalliath, T., Ling Siu, O., Sit, C., & Lo, D. (2014). Flexible work arrangements, work engagement, turnover intentions and psychological health. *Asia Pacific Journal of Human Resources*, 53(1), 83 - 103. doi: <https://doi.org/10.1111/1744-7941.12030>
- Torres, M., Esangui, P., & Esono, M. (2023). Los fundamentos teóricos de un sistema de gestión para el desarrollo del talento humano. *RILCO*, 4.
- Torres, G. C. (1993). *Diccionario Jurídico Elemental*. Heliasta S.R.L.
- Trinidad, R. (2019). Reforma Laboral Brasileña. *Revista de la Comisión de lo Social de Juezas y Jueces para la Democracia*, 206(206), 5-18. doi: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7969906>
- Tsen, M. K., Gu, M., Tan, C. M., & Goh, S. K. (2022). Does flexible work arrangements decrease or increase turnover intention? A comparison between the social exchange theory and border theory.

International Journal of Sociology and Social Policy, 42(11-12), 962 - 983. doi: <https://doi.org/10.1108/IJSSP-08-2021-0196>

Ulrich, D., Brockbank, W., Younger, J., & Ulrich, M. (2013). *Global HR Competencies: Mastering Competitive Value from the Outside-In*. McGraw-Hill. Obtenido de <https://www.oreilly.com/library/view/global-hr-competencies/9780071802680/>

Valero, J. (2008). *Recursos humanos*. Madrid. España: Editorial Tecnos.

Vásquez López, J. (2010). *Derecho Laboral Colectivo*. Cevallos.

Velásquez, A., & Baquerizo, M. (2025). La planificación de recursos humanos en entornos híbridos: paradigmas y nuevas estrategias. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5.

Vijay, D. (2025). *Managing Human Capital during the Covid-19 Pandemic*. Palgrave Macmillan. doi:10.1007/978-3-031-92345-6_1

Vizcaíno, P., Cedeño, R., & Maldonado, I. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Internacional*, 5.

Vizcaíno, P., Maldonado, I., & Cedeño, R. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 3 - 40.

Vizute Muñoz, J. M., Zambrano Lizano, L. C., & Aldaz Calero, X. (2023). Planificación de talento humano como estrategia para la atracción y retención del personal para reducir su rotación. *Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 78 - 92.

Wernerfelt, B. (1984). A resource-based View of the Firm. *Strategic Management Journal*, 171-180.

Artigo submetido a 11 de abril 2026; versão final aceite a 12 de maio de 2026
Paper submitted on April 11, 2026; final version accepted on May 12, 2026
Doi: <https://doi.org/10.59072/rper.vi75.912>

Análisis de Retorno de Inversión y Ventajas Competitivas de la Implantación del Mantenimiento Predictivo en Plantas Fotovoltaicas para las Industrias Alimenticias

Análise do Retorno do Investimento e das Vantagens Competitivas da Implementação da Manutenção Preditiva em Centrais Fotovoltaicas para a Indústria Alimentar

Kleber Miguel Ochoa Quitama

E1723264667@uisrael.edu.ec

Universidad Tecnológica Israel

ORCID: 0009-0008-6107-9871

Johnathan Frank Samaniego Martínez

E1719743989@uisrael.edu.ec

Universidad Tecnológica Israel

ORCID: 0009-0009-6210-4829

Héctor Sebastián Pérez Manosalvas (Tutor Técnico)

hperez@uisrael.edu.ec

Universidad Tecnológica Israel

ORCID:0000-0001-5187-1015

Alejo Betty Pastora (Tutora Metodológica)

bpastora@uisrael.edu.ec

Universidad Tecnológica Israel

ORCID: 0000-0002-9837-3264

Resumen

La incorporación de sistemas fotovoltaicos en las industrias se ha consolidado como estrategia para reducir los costos de energía, potenciar el desarrollo regional y aumentar la sostenibilidad empresarial. Sin embargo, el rendimiento económico de las plantas fotovoltaicas no depende de la capacidad instalada, sino de la operatividad que logren y la gestión del mantenimiento. Se analizó la implementación del mantenimiento predictivo en el retorno de la inversión y la generación de ventajas competitivas en plantas fotovoltaicas del sector alimentario del Ecuador, como caso de estudio la empresa Alpina. Metodológicamente, la investigación se desarrolló como un artículo de tipo réplica aplicada, adoptando un enfoque cuantitativo, un diseño no experimental y un estudio de caso descriptivo, basado en el análisis documental de datos reales de operación, consumo energético, costos financieros e indicadores ambientales. Desde la perspectiva de política pública territorial, los hallazgos apoyan las estrategias orientadas a la eficiencia energética, la integración de energías renovables y el desarrollo económico sostenible. El estudio no persigue establecer relaciones causales, sino analizar la coherencia empírica entre las estrategias de mantenimiento, el desempeño operativo y los resultados financieros observados.

Palabras clave: Mantenimiento predictivo, sistemas fotovoltaicos, retorno de la inversión.

Códigos JEL: Q42; L23; D24.

Resumo

A integração de sistemas fotovoltaicos nas indústrias consolidou-se como uma estratégia para reduzir os custos energéticos, impulsionar o desenvolvimento regional e aumentar a sustentabilidade empresarial. No entanto, o rendimento económico das centrais fotovoltaicas não depende da capacidade instalada, mas sim do nível de operacionalidade alcançado e da gestão da manutenção. Analisou-se a implementação da manutenção preditiva no retorno do investimento e na geração de vantagens competitivas em centrais fotovoltaicas do setor alimentar do Equador, tendo como caso de estudo a empresa Alpina. Metodologicamente, a investigação foi desenvolvida como um artigo do tipo réplica aplicada, adotando uma abordagem quantitativa, um desenho não experimental e um estudo de caso descritivo, baseado na análise documental de dados reais de operação, consumo energético, custos financeiros e indicadores ambientais. Na perspetiva da política pública territorial, os resultados corroboram as estratégias orientadas para a eficiência energética, a integração de energias renováveis e o desenvolvimento económico sustentável. O estudo não visa estabelecer relações causais, mas sim analisar a coerência empírica entre as estratégias de manutenção, o desempenho operacional e os resultados financeiros observados.

Palavras-chave: Manutenção preditiva, sistemas fotovoltaicos, retorno do investimento.

Códigos JEL: Q42; L23; D24.

1. INTRODUCCIÓN

El descubrimiento del efecto fotovoltaico en 1839 por Edmond Becquerel marco el inicio de una nueva era del aprovechamiento y evolución de la energía solar. Muchas décadas después, Adams y Day investigaron materiales fotovoltaicos como el selenio, y en 1954, surgieron las primeras celdas de silicio con aplicación práctica moderna (Bergin, 2017). La evolución histórica de la tecnología fotovoltaica no es meramente ornamental, el concepto ha pasado del principio físico de convertir la luz en electricidad a convertirse en una infraestructura industrial compleja donde el verdadero desafío ya no es solo generar energía, sino mantener su rendimiento a lo largo del tiempo (Gaikwad, 2025).

El Retorno sobre la Inversión es un indicador financiero que permite estimar la rentabilidad de un proyecto comparando los beneficios netos obtenidos contra la inversión ejecutada. En proyectos energéticos, el ROI está influenciado por los ahorros energéticos anuales, los costos de operación y mantenimiento, la estructura tarifaria y la degradación del rendimiento de los activos a lo largo del tiempo. Por lo tanto, evaluar el ROI en plantas fotovoltaicas industriales requiere considerar no solo la generación proyectada, sino también la generación efectiva bajo condiciones reales de operación.

El mantenimiento predictivo se define como una estrategia basada en condiciones que utiliza el monitoreo continuo, el análisis de datos y las tecnologías digitales para anticipar fallos antes de que se materialicen, optimizando la oportunidad de intervención. En plantas fotovoltaicas, su aplicación está asociada con la reducción de la indisponibilidad, la detección temprana de la degradación, el control de pérdidas por suciedad y fallos incipientes en componentes críticos como inversores, conexiones y módulos. La ventaja competitiva, en el contexto industrial, está vinculada a la capacidad de mantener un rendimiento superior a través de estructuras de costos más eficientes, mayor fiabilidad operativa y atributos diferenciadores como la sostenibilidad verificable.

En industrias intensivas en energía, la estabilidad de los costos energéticos y la continuidad operativa son factores estratégicos, por lo que la gestión de activos energéticos influye directamente en la competitividad. En consecuencia, se propone la articulación entre la generación fotovoltaica y el mantenimiento predictivo como un mecanismo para preservar el rendimiento del sistema y materializar beneficios económicos y estratégicos a lo largo del tiempo, la matriz de

operacionalización es clave para el estudio de caso en la empresa Alpina y orienta el análisis teórico de los conceptos fundamentales que sustentan esta investigación. En la literatura reciente, hay un interés creciente en el uso de tecnologías de monitoreo, inteligencia artificial, termografía e inspección remota como mecanismos para anticipar fallos, optimizar la disponibilidad de equipos y mejorar la eficiencia operativa de las plantas solares. A partir de esta revisión, se reconocen contribuciones relevantes que apoyan el análisis del caso Alpina y permiten situar la investigación dentro del debate actual sobre sostenibilidad, rentabilidad y competitividad empresarial. El retorno de inversión en proyectos fotovoltaicos industriales se interpreta con mayor precisión cuando incorpora el desempeño real del sistema, ya que fallas, degradación y pérdidas de producción afectan el ahorro anual efectivo y, por tanto, el flujo de caja del proyecto. (Abdulla et al., 2024).

Desde la perspectiva de operación, la literatura indica que una gestión de O&M orientada a confiabilidad permite recuperar pérdidas energéticas y evitar deterioro progresivo de la rentabilidad, lo cual fortalece la sostenibilidad financiera del activo. (Abdulla et al., 2024). Entre los factores que impactan el desempeño real, la suciedad y la temperatura han sido modeladas como variables críticas que reducen eficiencia y requieren políticas de mantenimiento basadas en condición para optimizar la frecuencia de intervención. (Shen et al., 2024).

Adicionalmente, revisiones recientes sistematizan que la deposición de polvo puede producir pérdidas relevantes de rendimiento y elevar costos de operación y mantenimiento si no se define una estrategia óptima de limpieza, por lo que se recomienda seleccionar métodos y frecuencias de limpieza en función del entorno y del costo beneficio. (Said et al., 2024). En este marco, el mantenimiento predictivo se plantea como una estrategia de preservación del retorno de inversión, al anticipar fallas y reducir pérdidas por indisponibilidad mediante analítica de datos y monitoreo continuo, alineando decisiones técnicas con resultados económicos verificables. (Vichare & Gaikwad, 2025).

Los proyectos fotovoltaicos han ganado terreno en todo el mundo en la última década en sectores industriales y parques a gran escala. Han introducido algunos problemas operativos que influyen en el rendimiento y el costo de la energía, lo que llevará a las plantas a migrar de modos de mantenimiento correctivo, preventivo fijos y estrategias predictivas basadas en datos incorporadas en los activos. Pruebas recientes sugieren que una gestión adecuada de mantenimiento puede recuperar en promedio, un 5,27% de energía a unos 10,000 USD por megavatio al año y evitar pérdidas millonarias a nivel sectorial cuando se va más allá de la cultura de instalar y olvidar (SlepAbdulla, 2024). Debido a varios factores que afectan la eficiencia de las plantas fotovoltaicas que ocasiona la falta de mantenimiento predictivo.

Entre los cuellos de botella operativos más serios se encuentra la suciedad. Las pérdidas por suciedad pueden ser influenciadas por la naturaleza de la partícula, el clima, la inclinación y el proceso de limpieza. Se ha informado que las pérdidas debido a la suciedad pueden variar dependiendo del tipo de partícula, el clima, la inclinación y la técnica de limpieza. Normalmente, la teoría indica pérdidas del 2 al 5% para climas templados y hasta 30 al 50% para climas secos o después de tormentas de polvo 3 al 5% de recuperación post limpieza. Los recubrimientos hidrofóbicos o auto limpiantes pueden disminuir el costo y uso de agua al limpiar en un 50 al 70%, mientras que los recubrimientos anti reflejantes ofrecen un aumento del rendimiento óptico del 1 al 2% y deben aplicarse con un equilibrio entre costo beneficio evitación de pérdidas y costos de limpieza en línea con la frecuencia óptima de limpieza que requiere minimizar los costos en sitio (Said, 2024).

El otro vector principal de rendimiento es la inspección termo gráfica aérea. Su disponibilidad permite la inspección rápida y trazable de grandes superficies para detectar puntos calientes, cadenas desconectadas, cajas de conexiones sobrecalentadas, microgrietas y láminas sueltas. Las mejores prácticas son cámaras de alto rango, vuelos cerca del mediodía con poca nubosidad, viento, y georreferenciación y captura simultánea, en línea, pero la estandarización y los conjuntos de datos públicos para la evaluación comparativa siguen siendo un desafío (Lopes, 2026).

El análisis del ciclo de vida y los costos de los mismo informan decisiones de ecodiseño que pueden minimizar los efectos ambientales. Los "puntos calientes" y costo están en las capas activas, electrodos y la energía de fabricación, por lo tanto, reemplazar metales nobles y optimizar las deposiciones reduce el y el uso de recursos minerales al promover el enfoque de la energía en tecnologías limpias, lo que se asocia con menores costos del sistema (Luu, 2026). Con respecto al diseño geométrico, la inclinación del módulo dependiente de la latitud, estación resulta en un

aumento en el integral de irradiación anual en el plano del generador, lo que se ha demostrado con algoritmos y códigos astronómicos reproducible (Nfaoui, 2024).

En respuesta a la expansión de las energías renovables, las instalaciones fotovoltaicas están aumentando exponencialmente. Si bien una parte significativa de estas instalaciones se realiza en edificios, otro número relevante se realiza en plantas fotovoltaicas de gran tamaño, de diez, cien o incluso mil megavatios. Las grandes plantas fotovoltaicas indican una mayor eficiencia en comparación con las unidades más pequeñas, sin embargo, también plantean algunos desafíos en términos de operación y mantenimiento ya que la inspección de grandes instalaciones puede ser complicada (M. Cubukcu, 2020). Además, los componentes individuales de las plantas fotovoltaicas, como los módulos solares y otros componentes como cajas de conexiones, inversores, cableado. Pueden presentar defectos con el tiempo, lo que puede tener consecuencias que van desde una disminución del rendimiento hasta riesgos de seguridad, como incendios.

Esto requiere la programación de operaciones de mantenimiento regulares para identificar fallas e implementar reparaciones y mantenimiento. Las operaciones de mantenimiento de estos sistemas, en las plantas más grandes que generan en megavatios, representan un desafío cada vez mayor para garantizar una alta eficiencia y seguridad del sistema. Realizar estas tareas de forma manual y convencional en plantas solares de gran capacidad resulta inviable, ya que requiere una cantidad considerable de mano de obra, tiempo y recursos (Høiaas, 2022).

Es necesario lograr un equilibrio complejo entre la vigilancia rigurosa, la eficiencia y el coste lo cual suele ser objeto de amplio debate en los contratos de operación y mantenimiento entre el encargado y los equipos de operación y mantenimiento. En este contexto las tecnologías avanzadas como las inspecciones termo gráficas, los sistemas de monitorización remota y la inteligencia artificial, son esenciales para la gestión y el mantenimiento de instalaciones solares de gran capacidad. Realizar la tarea asociada a la identificación, localización y clasificación de los módulos defectuosos en las centrales eléctricas mediante la adquisición de imágenes infrarrojas con vehículos aéreos no tripulados.

La presencia de defectos en los módulos se detecta en las imágenes infrarrojas por defectos que provocan una mayor disipación de energía al entorno circundante y un aumento de la temperatura. De hecho, los vehículos aéreos no tripulados ya se utilizan durante la construcción de plantas fotovoltaicas mediante sistemas de detección y localización por luz para el análisis del terreno y la topografía en los estudios, como señalan (Nguyen, 2012). Esto indica que el uso de vehículos aéreos no tripulados como drones se está expandiendo a diferentes usos. Estos análisis se especifican en la norma IEC TS 62446-3:2017, que dicta las directrices y requisitos técnicos para la inspección termo gráfica de sistemas fotovoltaicos. Esta norma es esencial para garantizar la eficiencia y seguridad de las instalaciones fotovoltaicas al identificar y evaluar anomalías térmicas.

El desarrollo de la energía fotovoltaica ha experimentado un crecimiento acelerado en los últimos años debido al aumento de la demanda energética y la transición hacia fuentes renovables (Jäger-Waldau, 2024). Es una estrategia esencial para el ahorro de costos, subir la eficiencia operativa y lograr la sostenibilidad, pero se ha demostrado que la instalación de una planta fotovoltaica por sí sola no traerá el mejor retorno para los recursos ni ventajas competitivas sostenibles, especialmente si se basa en el tipo de operación que se centra en modos tradicionales de esquemas de mantenimiento.

La instalación de una planta fotovoltaica se propone como una iniciativa para disminuir la dependencia del suministro eléctrico normal y aliviar las consecuencias de los cargos por tarifas energéticas en los costos operativos para la organización Alpina. Sin embargo, este rendimiento depende mucho de todos los otros factores como la disponibilidad, el rendimiento energético y el control de mantenimiento del sistema. (Shahidehpour, 2024), (Pourmousavi, 2023). Se requiere incluir en el contexto de la producción real del proyecto fotovoltaico tener en cuenta tres ángulos que incluye el análisis de lo económico, energético y ambiental; en donde estos aspectos, sugiere que el papel del mantenimiento predictivo se asocia con el retorno de inversión y el rendimiento competitivo en términos del dominio empresarial para el proyecto.

En consecuencia, este estudio puede contribuir como una política pública territorial para el Ecuador y otros países de Latinoamérica, pero también como un aporte teórico para dar soluciones actuales y aumentar la fiabilidad de los sistemas fotovoltaicos solares. Optimizar los procesos de mantenimiento a través de nuevas tecnologías hace que los sistemas fotovoltaicos funcionen de manera más eficiente y duren por más tiempo, lo que contribuye a un aporte mundial como un modelo sostenible y sustentable en la lucha contra el cambio climático. Esta investigación también es coherente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 7, metas 7.2 y 7.3) con especial énfasis en energía asequible y no contaminante, industria, innovación e infraestructura y acción por el clima. Impulsa una economía de bajas emisiones y proporciona seguridad energética a largo plazo al proporcionar un marco para apoyar la resiliencia de los sistemas fotovoltaicos (Odoi-Yorke, 2025).

El marco propuesto minimizaría las pérdidas en los costos de energía, ayudará la fiabilidad del suministro y permitiría una descarbonización más rápida en entornos industriales, especialmente en condiciones de alta irradiación y polvo, o con eventos extremos recurrentes, maximizando la resiliencia del sistema de infraestructura crítica. Sugiere un modelo replicable y estandarizado que combina datos reales, con decisiones de mantenimiento predictivo y ecodiseño, lo que facilitará la enseñanza, la evaluación comparativa y la publicación con métricas rastreables. Al contribuir con la eficiencia, mejorar el ciclo de vida, desperdicio y reforzar la resiliencia energética, una energía asequible, no contaminante, producción con consumo responsables y acción por el clima. A pesar del amplio desarrollo técnico del mantenimiento predictivo en sistemas fotovoltaicos, existe una brecha de investigación en cuanto a la evaluación empírica aplicada de cómo estas estrategias se reflejan en indicadores financieros y competitivos, especialmente en contextos industriales reales de economías emergentes. El presente estudio contribuye a cubrir esta laguna al integrar explícitamente el mantenimiento predictivo con el desempeño financiero, la eficiencia operativa y la competitividad empresarial.

2. METODOLOGÍA

El estudio adoptó un diseño cuantitativo, no experimental y de tipo descriptivo, desarrollado mediante un estudio de caso aplicado en una planta fotovoltaica industrial del sector alimentario en Ecuador (empresa Alpina). El análisis se basa exclusivamente en datos reales de operación, consumo energético, costos financieros, flujos de caja e indicadores ambientales, sin intervención ni manipulación de las variables de estudio.

El trabajo se enmarca en un enfoque de réplica aplicada, entendido metodológicamente como la adaptación de marcos analíticos, modelos financieros e indicadores de desempeño previamente validados en la literatura internacional, con el objetivo de analizar su comportamiento en un contexto productivo real y regional. Este enfoque no persigue establecer relaciones causales ni inferencias estadísticas generalizables, sino evaluar la coherencia empírica entre decisiones de gestión de mantenimiento, eficiencia operativa y desempeño financiero.

En el presente estudio se examinó el rendimiento de la inversión (ROI) y la ventaja competitiva derivada del uso del mantenimiento predictivo en paneles solares dentro del sector alimentario, con énfasis en la planta de Alpina. El objetivo principal fue obtener cifras y estadísticas precisas que permitieran una evaluación objetiva de cómo estos datos técnicos influyen en los resultados operativos (Dong, 2023). En este sentido, el uso de métodos basados en datos numéricos facilitó el análisis de la relación entre variables en un entorno controlado, (Hassan, 2022).

Las fuentes de información utilizadas en este estudio corresponden a registros documentales consolidados de la empresa Alpina, incluyendo datos de consumo energético mensual, facturación eléctrica, costos operativos, flujos de caja y proyecciones financieras asociadas al sistema fotovoltaico. El período de análisis comprende el año 2025, seleccionado por corresponder al primer ciclo completo de operación del sistema bajo el esquema de gestión analizado.

Dado que el universo de información fue finito y completamente accesible, no se aplicó un procedimiento de muestreo, sino un censo documental, evitando sesgos derivados de la selección parcial de datos.

El procesamiento de la información incluyó la depuración de inconsistencias, la estandarización de unidades de medida y la verificación cruzada entre registros de consumo energético, reportes de

facturación eléctrica y estados financieros internos. Este procedimiento permitió asegurar la coherencia, fiabilidad y trazabilidad de los datos utilizados en los análisis financieros y ambientales presentados.

2.1 Fases del proceso metodológico

Para este propósito, se utilizaron registros reales de la empresa tales como, consumo de electricidad, costos, tarifas, operación y mantenimiento, y variables de rendimiento a partir de los cuales se calcularon ahorros, flujo de caja, retorno de la inversión (ROI) e indicadores ambientales. Se incorporó un análisis interpretativo del contexto operativo y la evidencia documental disponible estudio de caso en la planta Alpina Ecuador; así como una comparación con marcos analíticos derivados de la literatura científica reciente del artículo tipo réplica, basándose en los protocolos metodológicos de la literatura internacional de los últimos años que se encuentra publicada en revistas científicas especializadas con un alto índice de impacto a nivel del campo del funcionamiento y del mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos.

Durante la primera etapa, se realizó una revisión extensa de los datos existentes relacionada con el mantenimiento predictivo en las plantas fotovoltaicas, con esto se identificó variables clave, como es la reducción de costos, ahorro energético y muy importante un retorno de inversión. Según (Kumar, 2023) menciona que el entendimiento previo de estos conceptos es muy importante para establecer las hipótesis de trabajo y realizar indicadores específicos a medir.

En la fase exploratoria, se delinearon los antecedentes técnicos y económicos del sistema fotovoltaico basados en información documental sobre consumo, facturación, estructura tarifaria, operación y mantenimiento. El objetivo fue explorar las variables de interés debido al retorno de la inversión y al rendimiento operativo, incluyendo el costo de la energía, el costo de operación y mantenimiento, los registros de fallas y los eventos de indisponibilidad de la planta fotovoltaica. El estudio adopta un enfoque de réplica aplicada, en el cual se toman marcos analíticos y modelos financieros validados en la literatura internacional y se aplican a un caso industrial real, sin pretensión de inferencia causal, con el objetivo de contrastar su comportamiento en un contexto latinoamericano. La fiabilidad de los datos se garantizó mediante la verificación cruzada entre registros de consumo energético, facturación eléctrica y reportes financieros internos, así como la estandarización de unidades de medida y la revisión de consistencia temporal de los valores. Este procedimiento permitió reducir errores de registro y asegurar la trazabilidad de la información utilizada en los análisis financieros y ambientales.

2.2 Diseño de la investigación

El estudio sobre cómo el mantenimiento predictivo y las centrales solares muestran una tendencia positiva y dan ventaja a las empresas alimentarias, con un vistazo a Alpina, el diseño de la investigación se orienta a un análisis descriptivo financiero de carácter ex post, cuyo objetivo es examinar cómo el desempeño operativo observado del sistema fotovoltaico se relaciona con los resultados económicos y competitivos de la empresa Alpina. Este enfoque no busca establecer relaciones causales directas, sino analizar asociaciones empíricas entre variables técnicas, financieras y de gestión, coherentes con un estudio de caso aplicado. Con el objetivo de obtener cifras sólidas sobre cómo las plantas solares de mantenimiento predictivo están cambiando el negocio y la línea de fondo de Alpina, este enfoque es ideal para analizar el ROI y las ventajas competitivas derivadas de la implementación de estas tecnologías. Este proceso metodológico permite averiguar las conexiones entre diferentes factores, como reducir los gastos y ahorrar energía, también medir cuánto tiempo se tarda en recuperar el dinero, ya que la implementación de estas tecnologías genere ventajas competitivas en términos de sostenibilidad, reducción de paradas no programadas y cumplimiento de las normativas ambientales.

Se recopilaron datos sobre cuánto cuesta ejecutar la producción, cuánta energía se usa y con qué frecuencia los gastos se redujeron antes y después de poner en marcha la nueva tecnología; los datos de estos documentos de Alpina se utilizaron para calcular el rendimiento de la inversión ROI y detectar oportunidades operacionales resultantes de las tecnologías. Se realizó un análisis de los

registros técnicos, financieros y energéticos de la empresa, luego se determinaron los ahorros anuales, la reducción de costos, el flujo neto, el retorno de la inversión y las emisiones de CO₂ evitadas mediante el uso de estos documentos (Calvo, 2024).

El universo de análisis estuvo conformado por la totalidad de los registros disponibles correspondientes al período 2025, por lo que no se aplicó muestreo, sino un censo documental, evitando sesgos derivados de selección parcial de información.

Es clave notar que los hallazgos de esta investigación se deben entender considerando las limitaciones de su método.

El enfoque cuantitativo, no experimental y basado en un estudio de caso único no permite establecer relaciones causales directas, sino analizar asociaciones empíricas y coherencias observables entre las estrategias de mantenimiento, el desempeño operativo y los resultados financieros registrados.

En consecuencia, las evidencias presentadas no pretenden demostrar causalidad, sino ofrecer un análisis descriptivo financiero estructurado que permita comprender cómo la implementación del mantenimiento predictivo se relaciona con el comportamiento del retorno de la inversión en un contexto industrial específico. Este enfoque es consistente con estudios de gestión aplicada y evaluación ex post de proyectos energéticos.

3. RESULTADOS

Aunque el mantenimiento predictivo ha sido estudiado en la literatura, ya sea como un desafío técnico o algorítmico, se encuentran un número muy limitado de evidencias empíricas que vinculen explícitamente los enfoques de mantenimiento con indicadores financieros como el retorno de la inversión (ROI), en particular bajo las condiciones industriales y métodos de financiamiento de América Latina, como el leasing. Trabajos previos sobre técnicas de mantenimiento predictivo para sistemas fotovoltaicos se han centrado en la creación de un modelo técnico, la operación de algoritmos de detección de fallos, así como aplicaciones basadas en inteligencia artificial.

Sin embargo, se encontró poca evidencia empírica en los últimos años de que estas estrategias de mantenimiento estén relacionadas con medidas financieras y estratégicas como el retorno de la inversión o las ventajas competitivas de una empresa, particularmente en áreas manufactureras de Latinoamérica. Por lo tanto, el presente estudio aborda esta brecha y explora cómo las decisiones de mantenimiento afectan el desempeño económico y la sostenibilidad operativa de una planta industrial fotovoltaica real desde una perspectiva gerencial.

El análisis desarrollado indica el cumplimiento del objetivo, que cuantifica el retorno de la inversión del sistema fotovoltaico y su papel y contribución a la competitividad de la empresa Alpina. De igual manera, se analizó los objetivos operativos de la siguiente manera.

- Los impactos energéticos y económicos se cuantifican utilizando los ahorros anuales y la participación solar.
- El proyecto de instalación de planta fotovoltaica se justifica financieramente basado en un modelo de arrendamiento y flujo de caja.
- El análisis de reducción de emisiones de CO₂ se utiliza para calcular el impacto en el medio ambiente. Establecimiento de una relación directa entre el mantenimiento predictivo, la eficiencia operativa y el retorno de la inversión.

Con el fin de evaluar la robustez de los resultados financieros, se incorporó un análisis de sensibilidad del retorno de la inversión, considerando variaciones en los principales supuestos del modelo, tales como el crecimiento del costo de la energía, los costos de operación, mantenimiento y el horizonte temporal de evaluación.

Los escenarios analizados incluyen un escenario base, uno conservador y uno optimista, lo que permite observar cómo cambios razonables en las variables clave afectan el desempeño financiero del proyecto. Los resultados muestran que, si bien el ROI es reducido en el corto plazo bajo el esquema de arrendamiento, la rentabilidad se mantiene positiva y se fortalece significativamente en escenarios de largo plazo, incluso bajo supuestos conservadores.

Figura 1. Costos de la Tarifa Eléctrica en los Diferentes Horarios

Fuente: Empresa Alpina

3.1 Análisis del contexto energético de alpina

La figura uno, permite comprender la relación que el sistema fotovoltaico tuvo en la empresa Alpina comienza con el análisis de su estructura de consumo energético y las tarifas que la compañía eléctrica cobra por el uso de energía. Los datos agregados revelan que en diferentes momentos de consumo los costos de energía son marcadamente diferentes, con franjas horarias que son drásticamente más caras que otras. En particular, las horas "pico" muestran los precios más altos, mientras que las horas nocturnas o de baja demanda registran costos más bajos. En un entorno industrial alimentario, donde los procesos de producción no pueden detenerse o trasladarse fácilmente según el horario, esta estructura tarifaria crea una presión constante sobre los costos operativos. Con este fin, la generación de energía mediante la planta fotovoltaica se considera estratégicamente como una alternativa a la red eléctrica tradicional para minimizar la dependencia directa de esta y reducir el efecto para la empresa, ya que las tarifas más altas eventualmente afectan los costos energéticos de la misma.

3.2 Análisis entre mantenimiento, retorno de inversión y las ventajas competitivas

El estudio de los datos combinados aquí nos ha hecho muy conscientes de que la rentabilidad de un sistema fotovoltaico no solo proviene del diseño y la carga instalada, sino que depende de qué tan bien se gestione durante las operaciones. Estos beneficios económicos pueden reducir aún más el rendimiento económico esperado de las inversiones en su conjunto debido a las pérdidas de energía asociadas generadas por la suciedad, fallos incipientes, degradación de componentes y el retraso en las acciones correctivas necesarias que causan pérdidas de energía, lo que es coherente con niveles reducidos de beneficios económicos con el tiempo. En este entorno, el mantenimiento predictivo es, por lo tanto, sugiere una relación con el retorno de la inversión. Ya que permite la detección temprana de anomalías, reduce el tiempo de inactividad no planificado, maximiza la utilización de la capacidad técnica y contribuye a la continuidad y estabilidad de los ahorros económicos a lo largo del tiempo. Para una empresa alimentaria, particularmente donde la continuidad del negocio es vital, esto no solo afecta sus costos, sino que una ganancia en competitividad empresarial a través del mantenimiento de una fuente de energía predecible y confiable se alinea con una perspectiva deseada de sostenibilidad empresarial (Han, 2022).

El ROI permite determinar la rentabilidad de una inversión comparando los beneficios económicos generados con el costo inicial del proyecto. En el caso de los sistemas fotovoltaicos, los beneficios provienen principalmente del ahorro en el consumo de electricidad y, en algunos casos,

de la venta de excedentes energéticos a la red eléctrica. Estudios recientes sugieren que el descenso en el costo de los módulos solares y el aumento del precio de la electricidad han contribuido con la rentabilidad de los sistemas fotovoltaicos en todo el mundo (Carvalho, 2025). Además, investigaciones tecnológicas y económicas han demostrado que los sistemas solares pueden alcanzar periodos de recuperación relativamente cortos, dependiendo de factores como el costo del sistema, la irradiación solar de la región y el consumo energético del usuario (Mellit, 2024). El Retorno de Inversión ROI es un indicador financiero utilizado para medir la rentabilidad de un proyecto o inversión. En sistemas de energía solar, el ROI refleja el porcentaje de ganancia que se obtiene a partir del ahorro generado por la producción de electricidad (Saumik, 2025).

La fórmula básica del ROI es la siguiente:

$$ROI = \left(\frac{\text{Beneficio Neto}}{\text{Inversión Inicial}} \right) * 100$$

Donde:

Beneficio neto: ahorro económico generado por el sistema durante un periodo determinado.

Inversión inicial: Costo total del sistema fotovoltaico, incluyendo paneles, inversores, instalación y mantenimiento. Para los resultados del estudio se tomó en cuenta los datos del año 2025, en la siguiente tabla se visualiza los consumos de kW/h de los 12 meses y la tarifa que se cancela en dólares americanos.

Tabla 1. Tabla de Valores Cancelados a la EEQ, Los valores cancelados son del año 2025 tomados para este análisis.

Año	Fecha	Consumo energia (kw/h) planilla eeq	Costo kw/h	Valor pagado energia (eeq)
2025	Acumulado enero	161.110,62	0,09400	15.144,82
	Acumulado febrero	143.762,52	0,09554	13.734,54
	Acumulado marzo	152.860,62	0,09612	14.692,94
	Acumulado abril	151.052,22	0,09702	14.655,01
	Acumulado mayo	148.691,40	0,09455	14.059,37
	Acumulado junio	147.077,04	0,09551	14.047,11
	Acumulado julio	152.506,20	0,12200	18.606,49
	Acumulado agosto	147.538,38	0,12374	18.255,80
	Acumulado septiembre	157.512,96	0,12317	19.401,62
	Acumulado octubre	151.532,04	0,12512	18.960,27
	Acumulado noviembre	147.550,92	0,12689	18.722,58
	Acumulado diciembre	140.870,40	0,09597	13.518,80
Total 2025		1.802.065,32		\$193.799,35

Nota. Los valores cancelados fueron del año 2025 tomados para este análisis.

Estos datos de la tabla uno resume el consumo y el precio pagado por la energía a EEQ en 2025 y calcula el total anual de 1,802,065.32 kWh y el costo total de \$193,799.35. Además, hay un aumento del precio por kWh en la segunda mitad del año, por ejemplo, entre julio y noviembre en el rango de aproximadamente 0.122 a 0.12689 USD/kWh, lo que incrementa el costo mensual, aunque los niveles de consumo sean comparables. Este rendimiento da credibilidad a la declaración crucial que el retorno de la inversión de una planta fotovoltaica no reside solo en su capacidad instalada, sino también en su cambio a lo largo del tiempo en el precio de la energía y en su exposición a tarifas más altas. En una economía con tarifas crecientes, la autogeneración fotovoltaica se asocia con la rentabilidad del proyecto en su conjunto. Además, vale la pena tomar medidas como el mantenimiento predictivo para esos períodos de tarifas altas donde el sistema ofrece el máximo ahorro posible de producción para evitar la indisponibilidad e incluso la pérdida de rendimiento.

3.3 Caso práctico de estudio ROI

En este caso se toma en cuenta que una planta de energía solar con paneles fotovoltaicos la empresa orange energy presenta un arriendo mensual de \$ 15983.597 este contrato tiene una validez de 10 años y una vida útil de 25 años, en los 10 años alpina. La potencia total de la planta es de 660 KW p (kilowatt pico) que a la fecha actual cumpliría con los consumos de alpina.

Figura 2. Análisis Opción Leasing en la Implementación



Nota. Representación pictórica de la estrategia de arrendamiento financiero del sistema fotovoltaico que cubre los costos de instalación, ahorros y eficiencia en un esquema.

Donde:

Costo mensual arriendo: 15983.597 USD

Costo Anual: 191803.16 USD

Costo Anual = 15983.597 * 12 meses

Costo Total Arriendo 10 años: 1918031.64 USD

Costo Total Arriendo 10 años: 191803.16 * 10 Años

Gasto actual energía anual: 193.799,35 USD

Vida Útil del sistema: 25 Años

Ahorro Anual: 193799.35 - 191803.16

Ahorro Anual: 1.996,19 USD

BENEFICIO EN 10 AÑOS (duración del arriendo)

Beneficio 10 = 1996.19 x 10 = 19961.90 USD

ROI A 10 AÑOS

$$ROI = \left(\frac{19961.9}{1918031.64} \right) * 100$$

$$ROI = 1.04\%$$

Interpretación ROI

ROI positivo, si (1.04%)

Muy bajo rendimiento, el ahorro es mínimo, apenas cubre el costo del arriendo fijo

El proyecto no es atractivo en esta primera fase.

Análisis clave Importante

Pero la tarifa base sube considerablemente desde el mes de junio de 0.095 USD/Kwh hasta 0.126 USD/Kwh

Esto nos indica que, si el precio sigue subiendo o los consumos son en horarios con las tarifas más altas el ROI aumentará.

Si el sistema solar fotovoltaico cubre más consumo el ROI subirá

Si tenemos una mejor negociación del arriendo a menor costo (14000 USD) el ROI crecerá.

Análisis con vida útil (25 años)

Beneficio años 11-25

15 * 193.799,35 = 2906799.35 USD

En este cálculo tenemos una parte muy interesante ya que después de los 10 años de arriendo no se pagará nada, pero seguiremos ahorrando energía para ser utilizada en la planta de Alpina, no obstante, hay que tomar en cuenta que desde el año 11 hasta el 25 Alpina cubrirán los costos de mantenimientos del sistema para su funcionamiento efectivo.

Beneficio Total del sistema para 25 años

El beneficio total del sistema solar fotovoltaico para 25 años será del beneficio para 10 años más el beneficio de 11/25 años como se aprecia en el siguiente resultado.

TOTAL = 19961.9 + 2906799.35 = 2.926.761,25 USD

ROI real proyecto 25 años

$$ROI = \left(\frac{2926761.25}{1918031.64} \right) * 100$$

$$ROI = 152.59\%$$

Interpretación global

El proyecto a corto plazo 10 años presenta lo siguiente:

ROI = 1.04%

Es muy bajo a corto plazo es decir en numero no nos conviene ya solo cubre los gastos de arrendamiento mensual con muy poca rentabilidad.

El proyecto a largo plazo 11-25 años presenta lo siguiente:

ROI ≈ 152,59%

Al no tener que pagar costos de arrendamiento y prácticamente se dueños de todo el sistema en Muy rentable.

Se destaca que el modelo de negocio asociado a sistemas fotovoltaicos no presenta una alta atraktividad financiera durante el periodo inicial de arriendo; sin embargo, evidencia una rentabilidad significativamente superior en fases posteriores, una vez recuperada la inversión inicial y optimizados los costos operativos. En este sentido, este tipo de proyecto debe ser concebido como una inversión estratégica de largo plazo, más que como una fuente de ingresos inmediatos. Diversos estudios han demostrado que los sistemas solares alcanzan su punto de equilibrio en horizontes temporales medios, indicando una evolución favorable a lo largo de su vida útil estimada de aproximadamente 25 años (Lazard., 2023)

Este tipo de proyecto:

- Es una inversión estratégica
- No es para ganancia inmediata
- Es excelente si planeas operar a largo plazo
- Flujo de caja

Con estos datos se puede obtener un flujo de caja por 25 años escenario Base (3%), Optimista (7%), Pesimista (1%) con un periodo a corto plazo Años 1 a 10 con arriendo y a largo plazo Años 11 a 25 sin arriendo (ganancia total)

Tabla 2. Flujo de Caja por Año con un 3% de Incremento de 1 a 10 Años con Arrendamiento

Año	Energía (USD)	Arriendo (USD)	Flujo Neto (USD)
1	193.799	191.796	2.003
2	199.613	191.796	7.817
3	205.601	191.796	13.805
4	211.769	191.796	19.973
5	218.122	191.796	26.326
6	224.666	191.796	32.870
7	231.406	191.796	39.610
8	238.348	191.796	46.552
9	245.499	191.796	53.703
10	252.864	191.796	61.068

Nota. Flujo de caja anual del sistema fotovoltaico durante el período de arrendamiento, considerando un aumento anual en el valor de la energía del 3% y un pago de arrendamiento fijo, para evaluar la rentabilidad financiera en la etapa inicial del proyecto.

La tabla dos, muestra el patrón de flujo de caja del sistema fotovoltaico en los primeros diez años de servicio según un contrato de arrendamiento. Los ingresos por la energía generada suben a una tasa escalonada de crecimiento anual del 3%, mientras que el valor del arrendamiento se mantiene constante de un año a otro. Los flujos netos para el Año 1 son bajos debido a la estrecha brecha entre los ingresos por energía y el alquiler.

Sin embargo, a partir del segundo año en adelante, hay una trayectoria ascendente gradual en la fase de crecimiento del flujo neto desde valores positivos bajos, y el valor subió gradualmente de moderado, más alto, y luego más alto a un valor neto a largo plazo. Esta tendencia es particularmente evidente en el décimo año, que muestra niveles de flujo neto anual alcanzando niveles significativamente más altos en comparación con los primeros años. Esto sugiere que el proyecto es viable.

Tabla 3. Flujo de Caja por Año con un 3% de Incremento de 11 a 25 años sin Arrendamiento

Año	Energía (USD)	Flujo Neto
11	260.450	260.450
12	268.263	268.263
13	276.311	276.311
14	284.600	284.600
15	293.138	293.138
16	301.932	301.932
17	310.990	310.990
18	320.320	320.320
19	329.930	329.930
20	339.828	339.828
21	350.023	350.023
22	360.524	360.524
23	371.340	371.340
24	382.480	382.480
25	393.955	393.955

Nota. Flujo de caja anual del sistema fotovoltaico durante el período de arrendamiento, considerando un aumento anual en el valor de la energía del 3% y un pago de arrendamiento fijo, para evaluar la rentabilidad financiera en la etapa inicial del proyecto.

En la tabla tres, se indica que el flujo de caja del proyecto fotovoltaico desde el año once hasta el año veinticinco un período en el que el sistema no tiene pagos de arrendamiento. Aquí, el ingreso total producido por la energía generada resulta en un beneficio inmediato con un flujo de caja neto positivo para la empresa. El flujo de caja ha estado creciendo de manera constante, aumentando cada año un 3% en el valor de la energía. A diferencia del período con arrendamiento, durante esta etapa no hay costos asociados al arrendamiento, lo que sugiere un aumento significativo y sostenido del beneficio económico para el negocio de manera anual. Este comportamiento indica un período de alta rentabilidad para el proyecto, donde la planta fotovoltaica sirve como un activo totalmente amortizado y generador de valor directo. Desde una perspectiva financiera, esta fase es el período en el que se consolida el retorno de la inversión y se observa los beneficios económicos en su máxima expresión.

Factores que influyen en el ROI

El ROI de los sistemas solares depende de varios factores técnicos y económicos.

Costo de instalación: Incluye paneles, inversores, estructura, cableado y mano de obra.

Radiación solar de la región: Zonas con mayor irradiación generan más energía, lo que incrementa los ahorros.

Precio de la electricidad: Cuanto mayor sea el costo de la energía convencional, mayor será el ahorro sugerido por el sistema fotovoltaico.

Incentivos gubernamentales: Subsidios, créditos fiscales o programas de financiamiento pueden reducir significativamente el tiempo de recuperación.

Consumo energético del usuario: Usuarios con alto consumo eléctrico suelen obtener retornos más rápidos.

En algunos estudios de sistemas fotovoltaicos residenciales se han encontrado periodos de recuperación entre 5 y 10 años, dependiendo del tamaño del sistema y las condiciones del mercado energético (Habib, 2024).

3.3.1 Análisis del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR)

El análisis de viabilidad financiera del proyecto fotovoltaico se fundamenta en la aplicación de indicadores clásicos de evaluación de inversiones, específicamente el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Estos indicadores permiten determinar la capacidad del proyecto para generar valor económico en función de los flujos de caja proyectados a lo largo de su vida útil, siendo ampliamente utilizados en la evaluación de sistemas energéticos renovables (Dong, 2023); (Kumar, 2023).

El VAN se calcula mediante la actualización de los flujos de caja futuros a una tasa de descuento determinada, en este caso del 10%, la cual representa el costo de oportunidad del capital. La formulación matemática empleada es la siguiente:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t}$$

Donde I_0 corresponde a la inversión inicial del proyecto, FC_t representa los flujos de caja en el período t , i es la tasa de descuento y n es el horizonte temporal de evaluación. Este enfoque es

consistente con la literatura en evaluación económica de proyectos fotovoltaicos, donde el descuento de flujos permite capturar el valor del dinero en el tiempo y el riesgo asociado (Carvalho, 2025).

Para el caso analizado, la inversión inicial asciende a USD 1.918.031,64, correspondiente al costo total del contrato de arrendamiento del sistema fotovoltaico durante los primeros diez años. Los flujos de caja considerados abarcan un horizonte de 25 años, diferenciándose en dos etapas: una primera fase (años 1–10) caracterizada por flujos netos reducidos debido al pago del arriendo, y una segunda fase (años 11–25) en la que los flujos se incrementan significativamente al eliminarse dicho costo.

El cálculo del valor presente de los flujos de caja arroja un total aproximado de USD 2.770.538, lo que, al descontar la inversión inicial, da como resultado un:

VAN ≈ USD 852.507

Este resultado positivo indica que el proyecto no solo recupera la inversión inicial, sino que además genera valor adicional, lo cual evidencia su viabilidad financiera bajo la tasa de descuento considerada. Estudios recientes han demostrado que los sistemas fotovoltaicos presentan VAN positivos en escenarios de largo plazo, especialmente cuando se consideran incrementos en el costo de la electricidad y mejoras en la eficiencia operativa (Habib, 2024).

Por su parte, la Tasa Interna de Retorno (TIR) se define como la tasa de descuento que iguala el VAN a cero, es decir, aquella que satisface la siguiente expresión:

$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{Fct}{(1+r)^t}$$

Dado que esta ecuación no puede resolverse de forma algebraica directa, se empleó un método iterativo basado en la interpolación lineal entre dos tasas de descuento cercanas. Se evaluó el VAN para tasas del 15% y 16%, obteniéndose valores aproximados de +20.000 y -30.000 USD, respectivamente, lo que indica que la TIR se encuentra dentro de este intervalo.

Aplicando interpolación lineal, se obtuvo una TIR aproximada de:

TIR ≈ 15,47%

Este valor supera la tasa de descuento del 10%, lo que confirma que el proyecto genera una rentabilidad superior al costo de capital, constituyéndose como una inversión financieramente atractiva. En este sentido, diversos estudios han señalado que las tasas internas de retorno en proyectos fotovoltaicos industriales suelen oscilar entre el 10% y el 20%, dependiendo de factores como costos de instalación, radiación solar y esquemas de financiamiento (Alrbai, 2026).

En términos interpretativos, los resultados evidencian que el proyecto presenta una baja rentabilidad en el corto plazo debido al esquema de arrendamiento; sin embargo, muestra un desempeño altamente favorable en el largo plazo, donde los flujos de caja positivos se incrementan considerablemente. Esta dinámica es característica de proyectos de energía renovable, los cuales requieren horizontes de evaluación extendidos para reflejar plenamente su rentabilidad (Lazard., 2023).

3.4 Análisis de impactos ambientales del proyecto fotovoltaico

Tabla 4. Emisiones de CO2 Evitadas Totales

Energía P90 (Anual)	966,4	MWh/Año
Emisiones evitadas por MWh (MAATE)	319	kgCO2/MWh
Emisiones evitadas (anual)	156,17	TonCO2/año
Árboles plantados (anual)	84	Árboles

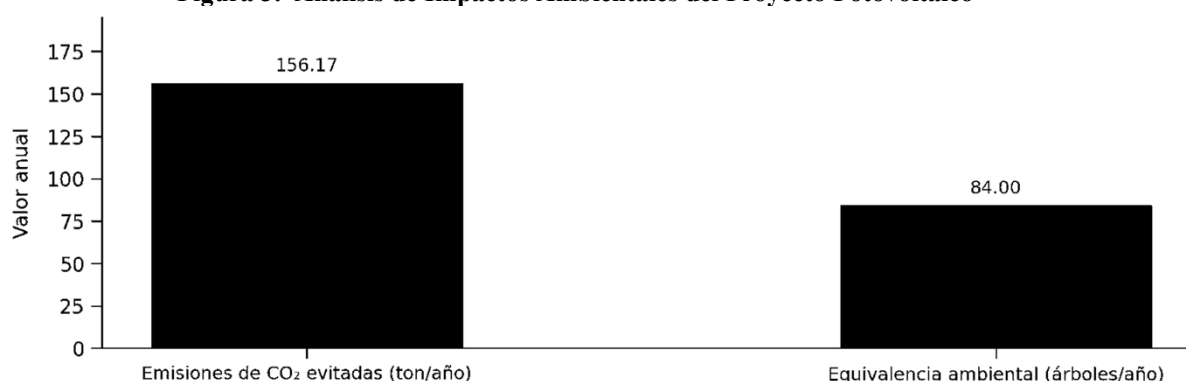
Nota. Indicadores ambientales relacionados con la operación del sistema fotovoltaico.

La tabla cuatro, presenta indicadores clave de desempeño ambiental asociados a un sistema de generación energética, de origen fotovoltaico. Se destaca una producción anual estimada de 966,4 MW h sobre año energía P90, lo cual representa un nivel de generación confiable bajo condiciones conservadoras. Este valor es relevante porque el indicador P90 suele utilizarse en análisis financieros para estimar ingresos con bajo riesgo, lo que sugiere que el proyecto tiene una base sólida tanto técnica como económicamente.

En cuanto a lo ambiental, se observa que por cada MW h generado se evitan aproximadamente 319 kg de CO₂, lo que acumulado anualmente equivale a 156,17 toneladas de CO₂ evitadas. Este resultado evidencia una contribución significativa a la mitigación del cambio climático, ya que reduce la dependencia de fuentes energéticas basadas en combustibles fósiles. Además, estos valores pueden ser utilizados para certificaciones ambientales o incluso para la generación de créditos de carbono, agregando valor adicional al proyecto.

Se resalta que el indicador de 84 árboles plantados equivalentes por año permite traducir la relación ambiental en un lenguaje más comprensible y tangible. Esta equivalencia facilita la comunicación del beneficio ecológico a diferentes públicos, destacando el compromiso con la sostenibilidad. En conjunto, los datos reflejan que el proyecto no solo es eficiente en términos energéticos, sino que también se asocia con cambios observables en el medio ambiente y la responsabilidad social empresarial (ARCONEL., 2025).

Figura 3. Análisis de Impactos Ambientales del Proyecto Fotovoltaico



Nota. Emisiones evitadas calculadas con P90 y factor oficial del SNI Ecuador 2024 (0,1616 tCO₂/MWh).

La figura tres, muestra que además de aportar buenos resultados económicos, el esquema fotovoltaico Alpina también ofrece un efecto ambiental positivo medible. Bajo un escenario conservador P90, el sistema evita que se emitan más de 156,17 toneladas de CO₂ cada año. La cuantificación de emisiones evitadas por generación fotovoltaica debe sustentarse en factores de emisión oficiales para garantizar consistencia metodológica y comparabilidad en reportes corporativos y académicos (ARCONEL., 2025).

En Ecuador, el informe oficial de factor de emisión del Sistema Nacional Interconectado para la estadística 2024 indica el valor aplicable y describe el procedimiento técnico utilizado, por lo que constituye la referencia apropiada para estimaciones de CO₂ evitado en el análisis ambiental del proyecto (ARCONEL., 2025). Este resultado coloca a la empresa en una posición de ser un actor en la sostenibilidad y la mitigación del cambio climático. Además, también significa que el beneficio ambiental es ventajoso para la imagen corporativa, el cumplimiento de las normativas ambientales y también está en consonancia con los estándares internacionales de responsabilidad social corporativa. El resultado nos muestra que la empresa contribuye sustancialmente a la lucha contra el cambio climático y se presenta como una organización interesada en la sostenibilidad al reducir significativamente las emisiones de CO₂. Además, refleja positivamente en la imagen corporativa de Alpina, facilita el cumplimiento de las normativas ambientales existentes y promueve la responsabilidad social corporativa, lo que está atrayendo la atención nacional e internacional.

Modelo de Mantenimiento predictivo del caso de estudio

Energía anual base: 193.799 USD

Mantenimiento tradicional: 50.000 USD/año

Vida útil: 25 años

Crecimiento energía: 3% anual

Inversión inicial (predictivo + sensores + digitalización): 120.000 USD

El mantenimiento predictivo está constituido como una estrategia principal que nos optimiza el desempeño técnico, económico y ambiental del sistema de generación de energía con paneles fotovoltaicos como es el caso analizado. Se propone prestaciones tecnológicas para los

mantenimientos con monitoreo continuo de variables operativas, sensores y datos que permiten anticipar fallas antes de que ocurran y tener intervenciones totalmente planificadas.

Tabla 5. Sugerencias Propuestas en el Mantenimiento Predictivo

Mantenimiento preventivo	Limpieza Óptima (Clave en fotovoltaica)	Inspección termografica
Reduci fallas	Generación energética (+5% a +8%)	Reducir fallas ocultas
Reduci costos de mantenimiento (12%)	Menor pérdida de carga por suciedad	Mayor eficiencia operativa
Aumentar Disponibilidad		

Nota. Una breve descripción de las sugerencias técnicas y operativas con la introducción del mantenimiento predictivo en el sistema fotovoltaico.

La propuesta de mantenimiento predictivo se resume en la tabla cinco en tres frentes, mantenimiento preventivo, limpieza óptima e inspección termo gráfica, la tabla relaciona esas acciones con resultados operativos reales: menos fallos, un aumento estimado en la generación de energía del 5% al 8%, una reducción de los costos de mantenimiento en aproximadamente un 12% y una mejor disponibilidad. Esos elementos se alinean con el objetivo del artículo de conectar el rendimiento técnico con la rentabilidad. La intención principal del mantenimiento predictivo del sistema es evidenciar una reducción de pérdidas energéticas y una ayuda en la disponibilidad de los equipos.

- Beneficio Económico Anual
- Ahorro energético total
- Predictivo (10%) + limpieza (6%) = 16%
- $193.799 \times 0.16 = 31.008$ USD
- Ahorro en Mantenimiento
- $50000 \times 0.12 = 6000$
- Beneficio Total actual
- $31008 + 6000 = 37008$ USD
- Indicador de gestión de mantenimiento predictivo
- Definición del Indicador: El IGMP mide la eficiencia del mantenimiento predictivo en función de los beneficios económicos, operativos y técnicos obtenidos frente a la inversión realizada.
- Fórmula General
- $IGMP = \text{Beneficios Totales Anuales} / \text{Inversión Inicial}$
- Aplicación a tu Caso
- Beneficios Totales Anuales
- Ahorro energético: 31.008 USD
- Ahorro en mantenimiento: 6.000 USD
- Beneficio Total=37.008 USD / año
- Inversión Inicial
- Sistema predictivo + sensores + digitalización: 120.000 USD
- Resultado del Indicador
- $IGMP = 37008 / 120000 = 0.308$

Tabla 6. Interpretación del Indicador de Gestión de Mantenimiento Predictivo

Valor IGMP	Interpretación
< 0.1	Bajo desempeño
0.1 – 0.25	Aceptable
0.25 – 0.4	Bueno
> 0.4	Excelente

Nota. Escala de interpretación para el indicador IGMP, que se utiliza para evaluar el rendimiento del mantenimiento predictivo por la ganancia económica y operativa general en comparación con la inversión realizada.

En la tabla seis indica una escala de interpretación para el indicador IGMP, que se utiliza para evaluar el rendimiento del mantenimiento predictivo por la ganancia económica y operativa general en comparación con la inversión realizada. Como se observa en la tabla seis, el mantenimiento predictivo en la planta solar de Alpina se relaciona con un mejor comportamiento de los rendimientos de inversión y solidificar una ventaja sostenible, manteniendo las necesidades industriales actuales y las tendencias globales de gestión energética.

Figura 4. Resultado obtenido del Proyecto Fotovoltaico



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto

Ruc: 1790053881001
Contribuyente especial, resolución No. 5368
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. factura 001-999-129289912
Nro. doc. interno 1922971058
Fecha de emisión 24-04-2026
Fecha de vencimiento 09-05-2026
Número de autorización 2404202601179005388100120019991292899120111448511


K200009620531

VALOR TOTAL: 10543,37

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO 200009620531

Razón social ALPINA PRODUCTOS ALIMENTICIOS ALPIECUADO R.S.A. (ALPINA PRODUCTOS ALIMENTICIOS)
RUC 1791302400001

Código Único Eléctrico 1401240866

Tipo de tarifa ARCONEL MTCGCD32 - MT Industrial con Dem Hor Dif
Geocódigo Unid. de Lectura 1403E001

Dirección del servicio PANAMERICANA SUR 44 MACHACHI / MACHACHI PB / KM / MACHACHI - MEJÍA
Ejecutivo de cuentas VILLEGAS CAMELO SANTIAGO telf: 3964700 ext: 3720 e-mail: svillegas@eeq.com.ec

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 1002356645
Tipo de consumo leído
Fecha desde 03-03-2026

Días facturados 31
Fecha hasta 02-04-2026

Factor de multiplicación 660,00
Fac Gest de la Demanda 1,0000
Factor de potencia (FP) 0,9140
Penalización bajo FP 0,0284

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo interno Transformador	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía act. hor. A (L-V 08h00-18h00)	02-04-2026				0,00	0,00	0,00	kWh	
Energía act. hor. B (L-V 18h00-22h00)	02-04-2026	122,94	25,94		64019,34	0,00	64019,34	kWh	8424,95
Energía act. hor. C (L-V 22h00-08h00 S.D.F 22h00-18h00)	02-04-2026				0,00	0,00	0,00	kWh	
Energía act. hor. D (S.D.F 18h00-22h00)	02-04-2026				0,00	0,00	0,00	kWh	
Energía reactiva total	02-04-2026	54,66	11,61		28410,36	0,00	28410,36	kVarh	
Demanda max. hor. A (L-V 08h00-18h00)	02-04-2026	0,52			340,56	0,00	340,56	kW	
Demanda max. hor. B (L-V 18h00-22h00)	02-04-2026	0,55			364,98	0,00	364,98	kW	
Demanda max. hor. C (L-V 22h00-08h00 S.D.F 22h00-18h00)	02-04-2026	0,58			384,12	0,00	384,12	kW	
Demanda max. hor. D (S.D.F 18h00-22h00)	02-04-2026	0,50			332,64	0,00	332,64	kW	
Demanda facturable	02-04-2026	384,12			384,12	0,00	384,12	kW	1586,03

Nota. El valor total de la factura por el consumo de energía eléctrica indica una reducción considerable luego de la implementación de la planta fotovoltaica.

4. DISCUSIÓN

Los resultados del caso de estudio de la planta fotovoltaica de Alpina se asocian con un mejor comportamiento del desempeño económico observado, al reducir el costo anual de energía respecto al escenario sin generación fotovoltaica. Desde la perspectiva financiera, el análisis bajo modalidad de arrendamiento (leasing) indica un comportamiento típico de proyectos energéticos financiados en el corto plazo, el beneficio neto se mantiene limitado por el pago fijo del arrendamiento, mientras que en el largo plazo la rentabilidad se incrementa con fuerza una vez finalizado el periodo contractual. En el caso analizado, el cálculo reporta un ROI aproximado de 1,04% para el horizonte de 10 años, y un ROI aproximado de 152,59% al extender la evaluación a 25 años, donde después del año 10 ya no se registra pago de arrendamiento.

El estudio actual tiene como objetivo analizar y proporcionar un marco teórico adicional que brinde un contexto operativo para la implementación de plantas fotovoltaica, con el fin de sustentar y promover la economía del mantenimiento predictivo, así como fomentar la competitividad empresarial y la efectividad financiera. Aunque el trabajo existente es en gran medida de naturaleza técnica, los hallazgos de este estudio forman una base empírica aplicada que permite comprender cómo las estrategias de mantenimiento predictivo se traducen en efectos económicos observables en el entorno industrial del mundo real. La presente investigación contribuye así al debate teórico sobre la gestión de activos al combinar explícitamente las variables de mantenimiento y las variables financieras, por ejemplo, el retorno de la inversión, posicionando el mantenimiento predictivo no solo de manera operativa, sino como un mecanismo de gestión estratégica. Esta articulación respalda las metodologías de gestión empresarial que se centran en la toma de decisiones orientada al rendimiento, especialmente en sectores con alta demanda de energía.

En contraste con la planta fotovoltaica, encontramos, una comparación de dos escenarios que muestra para el primer año, los beneficios económicos logrados ahorros anuales para la planta fotovoltaica se estiman en alrededor de USD 84,846.79, o el 66.65% del costo eléctrico base. Este hallazgo sustenta que el sistema fotovoltaico es una herramienta para estabilizar los costos de energía. Análisis ambiental, con una producción anual P90 de 966.4 MWh, se analizó que las emisiones de carbono evitadas son de alrededor de 156.17 toneladas de CO₂ por año según nuestro factor oficial actual. A nivel de escalabilidad, se reportan enfoques de inspección térmica aérea aplicados a grandes volúmenes de instalaciones para estimar pérdidas de desempeño y apoyar mantenimiento predictivo a escala, lo cual respalda la pertinencia de incorporar inspección térmica como parte de un programa de confiabilidad en activos FV industriales (Corley, 2025)

Desde una perspectiva teórica, este estudio refuerza y operacionaliza el marco conceptual que vincula el mantenimiento predictivo con la eficiencia operativa, el rendimiento financiero y la competitividad empresarial. Aunque la literatura existente aborda el mantenimiento predictivo principalmente desde un enfoque técnico, los resultados de este trabajo amplían la discusión al introducir una perspectiva de gestión, mostrando cómo estas estrategias se reflejan en indicadores financieros observables.

Pero a pesar de los buenos resultados del proyecto, este depende de algunos riesgos, uno es el cambio en el precio de la energía eléctrica, este costo a menudo cambia, otro riesgo son las fallas o que el sistema no dé el rendimiento esperado, también pueden subir los costos de su mantenimiento, los cambios en las leyes por parte de los gobiernos son otro riesgo.

Si estos factores son menos favorables, la inversión podría evidenciar menos ganancias, al menos a corto plazo. El análisis sugiere que la estrategia sigue siendo económicamente viable a lo largo del tiempo, por su propia naturaleza estratégica, no especulativa, de este modo, el mantenimiento predictivo se posiciona no solo como una práctica operativa, sino como un mecanismo estratégico de gestión de activos que contribuye a la sostenibilidad económica de largo plazo, particularmente en sectores industriales intensivos en energía.

Tabla 7. Discusión Integrada de los Resultados Económicos, Financieros y Ambientales

Dimensión analizada	Indicador cuantitativo	Resultado obtenido	Interpretación y aporte al estudio
Rentabilidad inicial (leasing)	Flujo neto anual (año 1)	\$ 1996.19	El proyecto es financieramente viable desde el inicio, aun bajo arrendamiento, lo que reduce el riesgo financiero inicial.
Evolución de rentabilidad (leasing)	Flujo neto anual (año 10)	\$ 61.068	El incremento progresivo del flujo neto sugiere que el aumento del valor de la energía frente a un arriendo fijo sube la rentabilidad con el tiempo.
Rentabilidad sin arrendamiento	Flujo neto anual (año 25)	\$ 393.955	Una vez finalizado el leasing, la planta opera como un activo completamente amortizado, indicando beneficios económicos atractivos y sostenibles.
Ahorro acumulado del proyecto	Ahorro total vida útil	\$ 2.906.799,35	El ahorro acumulado sugiere que el proyecto es rentable y estratégicamente sólido en el largo plazo.
Impacto ambiental	Emisiones de CO ₂ evitadas	156.17 t CO ₂ /año	La reducción de emisiones indica el aporte del proyecto a la sostenibilidad y a la mitigación del cambio climático.
Ventaja competitiva	Estabilidad de costos energéticos	Reducción > 60 % del gasto energético	La disminución estructural de costos energéticos fortalece la competitividad de la empresa en el sector alimenticio.
Rol del mantenimiento predictivo	Protección del flujo de caja	Evita pérdidas por fallas y paradas	El mantenimiento predictivo es clave para preservar la eficiencia del sistema y asegurar los flujos económicos proyectados.

Nota. Se integró los principales hallazgos cuantitativos del proyecto, financieros, energéticos y ambientales, de tal manera que se analizó la relación total de un proyecto fotovoltaico y el mantenimiento predictivo en la competitividad empresarial.

La tabla siete, es una lista integrada de los principales hallazgos que fueron cuidadosamente analizados para reunir los resultados más importantes de nuestro artículo científico, la adición de

toda la información cuantitativa sugiere una demostración objetiva del modelo de arrendamiento, la evolución del flujo de caja y la contribución del proyecto fotovoltaico a la sostenibilidad y competitividad de la empresa Alpina.

La interpretación conjunta significa que podemos decir que la competitividad no solo proviene de la instalación de plantas fotovoltaicas, sino de la longevidad del rendimiento del sistema.

Tabla 8. Comparación con Cinco Artículos Semejantes

Dimensión analizada	Resultados en Alpina Machachi	Resultados en la literatura científica	Discusión
Estrategia de mantenimiento	Predominio de mantenimiento correctivo y preventivo; ausencia de mantenimiento predictivo formalizado.	Evidencian que la falta de mantenimiento sistemático incrementa fallas y reduce confiabilidad (Ahmed, 2025).	Existe coherencia con la literatura; este estudio amplía el análisis al impacto financiero y estratégico.
Fallas técnicas	Riesgo recurrente en inversores, conexiones eléctricas y suciedad de módulos.	Los inversores y conexiones son los componentes más vulnerables (Amran, 2022).	Los resultados apuntan a tendencias técnicas reportadas internacionalmente.
Impacto operativo	Paradas no programadas afectan la continuidad productiva.	Estudios reportan pérdidas de eficiencia del 2-5 % por fallas no detectadas (Drir, 2025)	En la industria alimenticia el impacto es mayor por la criticidad de la continuidad energética.
Costos de operación y mantenimiento	Costos elevados por intervenciones reactivas.	El mantenimiento predictivo puede reducir OPEX hasta un 35 % (ESA., 2025).	La ausencia de MP impide capturar ahorros potenciales documentados en la literatura.
Retorno de inversión (ROI)	ROI subutilizado debido a pérdidas operativas.	El mantenimiento predictivo acelera el periodo de recuperación de la inversión (Guo, 2024).	El estudio es consistente con el mantenimiento y el desempeño financiero.
Ventajas competitivas	Limitadas pese a la inversión en energía solar.	La gestión integral del sistema FV evidencia ventajas sostenibles (Feldman, 2021).	La ventaja competitiva depende de la gestión, no solo de la tecnología instalada.

Nota. Comparación de resultados observados en caso Alpina y la literatura científica internacional.

La Tabla ocho compara el caso de Alpina con datos relevantes de la literatura a lo largo de dimensiones técnicas y económicas, vulnerabilidad de los inversores y conexiones, relación de las fallas en la eficiencia, posible reducción de OPEX o gastos operativos con mantenimiento predictivo, y la relación entre la gestión de O y M operación y mantenimiento, la ventaja competitiva (George, 2025). La comparación es consistente con estudios previos, pero añade a esto al vincular explícitamente el mantenimiento con el retorno de la inversión y la competitividad en un entorno industrial alimentario. En este análisis, los resultados reflejados son similares a la literatura científica internacional, particularmente desde una perspectiva técnica sobre el rendimiento, la fiabilidad y las fallas de los sistemas fotovoltaicos.

Investigaciones previas, encuentran que los componentes más propensos a fallas en la configuración fotovoltaica se relacionan principalmente con inversores, conexiones eléctricas o módulos bajo condiciones ambientales desafiantes. En general, los resultados están en línea con los riesgos operativos que se establecieron en la planta fotovoltaica analizada, por lo tanto, se evidencia que los problemas de Alpina no son un caso aislado, sino que reflejan un patrón ampliamente reconocido en el sector fotovoltaico. Pero, aunque la literatura previa se ha concentrado principalmente en la frecuencia, tipología y causas técnicas de las fallas, el estudio actual amplía la discusión para sugerir que la presencia de fallas tiene relevancia en el rendimiento del Retorno de la Inversión y la creación de una ventaja competitiva, particularmente en una industria relacionada con alimentos que estuvo ampliamente expuesta al efecto de continuidad operativa.

El caso sugiere que falta un enfoque de mantenimiento predictivo, lo que lleva a mayores costos de operación y mantenimiento y retrasa la recuperación de la inversión en la planta fotovoltaica, limitando también los beneficios económicos de la generación de energía solar. De manera similar, los hallazgos de(Meng, 2025). Se sugiere que la implementación del mantenimiento predictivo no solo debe verse como una ayuda técnica del sistema fotovoltaico, sino más bien como una herramienta de gestión que juega un papel de ayuda en la eficiencia operativa, subiendo la tasa de beneficio operativo durante dichas fases y aporta ventajas competitivas sostenibles en la industria alimentaria. En general, los resultados del estudio sugieren que la situación observada en la planta fotovoltaica de Alpina es consistente con lo reportado por la literatura científica internacional sobre sistemas fotovoltaicos. Varios estudios coinciden en que los problemas clave con las operaciones son principalmente partes como, inversores, conexiones eléctricas y módulos, lo que respalda la idea

de que los problemas que se observa en esta investigación coinciden con problemas técnicos bien conocidos (Kut, 2024). El uso de mantenimiento predictivo podría realmente convertir una planta de energía solar en una inversión inteligente que aporta más valor, para resumir, la comparación realizada muestra que el mantenimiento predictivo no es sólo una actualización tecnológica, sino que ayuda a la eficiencia, ahorra dinero y es bueno para el planeta.

El resultado en general indica que la planta fotovoltaica reduce significativamente la estructura de costos y proporciona un valor sostenible, al consolidar los registros mensuales, el costo anual de energía disminuye en un 66.65%, lo que equivale a \$ 84,846.79 menos que el escenario sin fotovoltaica cálculo con los totales anuales "con planta fotovoltaica" y "sin planta fotovoltaica" y cuando se observa los flujos de caja durante el período de arrendamiento y más allá, el proyecto logra un VAN 10% \$ 852,507, lo que significa que el proyecto no solo ahorra dinero hoy, sino que también crea valor en los años futuros y estabiliza el flujo de caja operativo frente a los precios fluctuantes de la energía. y un paso que puede ayudar a sostener estos resultados a lo largo del tiempo sería consolidar el mantenimiento predictivo que fortalece la ventaja competitiva de la empresa. El estudio sirve como evidencia de esa asociación conceptual entre el mantenimiento predictivo, la eficiencia operativa y el rendimiento financiero, por lo tanto, en apoyo de las estrategias de gestión de activos que relacionan las decisiones técnicas con los resultados económicos. Los resultados implican que el mantenimiento predictivo no solo representa una herramienta técnica, sino que es un mecanismo estratégico para proteger el flujo de caja y estabilizar los costos de energía, lo que amplía su comprensión dentro del campo de la administración de empresas y la competitividad sostenible. La evidencia científica respalda que el soiling (suciedad) y variables ambientales pueden producir pérdidas relevantes de rendimiento si no se gestiona una política de limpieza óptima. En particular, los estudios recientes proponen que la frecuencia de limpieza debe definirse con enfoque de condición y costo efectividad, incorporando variables ambientales como viento y lluvia y modelando la degradación para minimizar el costo promedio de mantenimiento sin sacrificar generación (Shen, 2024).

Resulta que usar mantenimiento predictivo podría ayudarnos a ahorrar dinero y al ejecutar este estudio se evidencia que se puede reducir los costos de operación en un 25% a 35%, y también se observa mejor rendimiento y confiabilidad en paneles solares. Esto es muy diferente de lo que está pasando en Alpina, donde están principalmente sólo arreglando problemas a medida que surgen o se van presentando. La discusión reconoce que el análisis se apoyó en registros documentales consolidados y financieros, por ejemplo, crecimiento de costo energético, por lo que futuros trabajos podrían fortalecer la inferencia incorporando series scada de alta credibilidad, datos termo gráficos estandarizados y pruebas comparativas antes y después de implementación real del mantenimiento predictivo para cuantificar con mayor precisión la reducción de pérdidas operativas (Syamsuddin, 2024); (Barraz, 2025).

5. CONCLUSIONES

Basados en el estudio, el mantenimiento predictivo sugiere una gestión más cercana a la operación real de la planta, minimizando la incertidumbre técnica, optimizando la asignación de recursos y apoyando la elección estratégica en el sector industrial. Así que, el mantenimiento predictivo deja su actividad técnica y actúa como una herramienta de planificación estratégica, lo cual es especialmente importante en sectores intensivos en energía como la industria alimentaria.

La implementación de la instalación fotovoltaica en la empresa Alpina sugiere una inversión económicamente ventajosa, ya que reduce en gran medida el consumo de energía y disminuye la dependencia del sistema de suministro eléctrico. El análisis de retorno de la inversión evidencia que los beneficios financieros que proporciona no solo están condicionados por la capacidad instalada o la energía generada, sino también por la eficiencia de operación y mantenimiento del sistema, en estos casos se sugiere el mantenimiento predictivo para la optimización del retorno financiero, así como para acortar el tiempo de recuperación de la inversión.

La adopción del mantenimiento predictivo evidencia un aumento en la eficiencia operativa de las plantas fotovoltaicas en la industria alimentaria, y particularmente en la empresa Alpina. De la evidencia investigada se desprende que el monitoreo continuo, la detección temprana de fallas y la minimización de tiempos de inactividad no programados conducen a la máxima disponibilidad del

sistema fotovoltaico, la continuidad operativa en los procesos de fabricación y la reducción de interrupciones energéticas en los riesgos del sistema.

Pero, los resultados deben interpretarse con cautela ya que el estudio presenta limitaciones asociadas al uso de un único caso de estudio, la ausencia de un contrafactual experimental y la dependencia de proyecciones financieras. En consecuencia, los hallazgos no pretenden generalización estadística, sino ofrecer evidencia aplicada transferible a contextos industriales con características operativas similares. Futuros estudios podrían incorporar diseños comparativos de múltiples casos, o datos SCADA en tiempo real para fortalecer la inferencia.

REFERENCIAS

Ahmed, A. M., Li, L., & Khalilpour, K. (2025). Predictive maintenance of solar photovoltaic systems: A comprehensive review. *IET Renewable Power Generation*, 19(1), e70152. <https://doi.org/10.1049/rpg2.70152>

Aljdaeh, E., et al. (2021). Performance enhancement of self-cleaning hydrophobic nanocoated photovoltaic panels in a dusty environment. *Energies*, 14(20), 6800.

Alrbai, M., AlAsfar, J., Alahmer, A., & Saeed, M. (2026). Life-cycle assessment and techno-economic analysis of a grid-connected solar photovoltaic system: Environmental benefits and economic feasibility. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy*. <https://doi.org/10.1177/01445987261417705>

Al-Salaymeh, A. S., Al-Mansi, N. N., Muslih, I. M., Altaharwah, Y. A., & Al Smadi, W. Y. (2023). Electrostatic cleaning effect on the performance of PV modules in Jordan. *Clean Engineering and Technology*, 13, 100606.

Al-Shammari, M., Alotaibi, S., & Alqahtani, A. (2024). Techno-economic assessment of solar photovoltaic systems under different environmental conditions. *Journal of Cleaner Production*, 433, 140123. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140123>

Amran, N. M. H. N., Hassan, S. L. M., Halim, I. S. A., Sulaiman, N., Abdullah, N. E., & Rahim, A. A. A. (2023). Effect of water cooling and dust removal on solar photovoltaic module efficiency. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 105(1), 184–193.

ARCONEL & Ministerio de Ambiente y Energía (2025). Factor de Emisión de CO₂ del Sistema Nacional Interconectado de Ecuador – Informe 2024. https://arconel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2025/09/Factor-de-emision-de-CO2-del-Sistema-Nacional-Interconectado-de-Ecuador-Informe-2024_compressed.pdf

Barraz, Z., Sebari, I., Ait El Kadi, K., & Ait Abdelmoula, I. (2025). Towards a holistic approach for UAV-based large-scale photovoltaic inspection: A review on deep learning and image processing techniques. *Technologies*, 13(3), 117. <https://doi.org/10.3390/technologies13030117>

Bergin, M. H., Ghoroi, C., Dixit, D., Schauer, J. J., & Shindell, D. T. (2017). Large reductions in solar energy production due to dust and particulate air pollution. *Environmental Science & Technology Letters*, 4(8), 339–344.

Calvo, G., Valero, A., & Valero, A. (2024). Renewable exergy return on investment (RExROI) in energy systems: The case of silicon photovoltaic panels. *Energy*, 304, 131961. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.131961>

Carvalho, M., Delgado, J., & Soares, J. (2025). Technoeconomic performance of industrial photovoltaic systems under dynamic electricity pricing. *Applied Energy*, 355, 122275.

Corley, I., Wallace, C., Agrawal, S., Putrah, B., & Lwowski, J. (2025). Aerial infrared health monitoring of solar photovoltaic farms at scale. In *CVPR 2025 Workshops (PBVS)*. *Computer Vision Foundation*.

https://openaccess.thecvf.com/content/CVPR2025W/PBVS/papers/Corley_Aerial_Infrared_Health_Monitoring_of_Solar_Photovoltaic_Farms_at_Scale_CVPRW_2025_paper.pdf

Cucchiella, F., & D'Adamo, I. (2015). A multicriteria analysis of photovoltaic systems: Energetic, environmental, and economic assessments. *International Journal of Photoenergy*, 2015, 627454.

Dong, S., Li, Z., Wang, Y., & Zhao, X. (2023). Economic analysis and optimization of photovoltaic systems based on life-cycle assessment. *Energy*, 263, 125650. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.125650>

- Drir, N., Mellit, A., & Bettayeb, M. (2025). A novel ensemble CNN framework with weighted feature fusion for fault diagnosis of photovoltaic modules using thermography images. *IEEE Journal of Photovoltaics*, 15(1), 146–154.
- ESA. (2025). Predictive maintenance in photovoltaic plants: How artificial intelligence is revolutionizing operations and reducing costs. <https://esasl.com/en/predictive-maintenance-in-photovoltaic-plants-how-artificial-intelligence-is-revolutionizing-operations-and-reducing-costs/>
- Feldman, D., Ramasamy, V., Fu, R., Ramdas, A., Desai, J., & Margolis, R. (2021). U.S. Solar Photovoltaic System and Energy Storage Cost Benchmark: Q1 2020 (NREL/TP-6A20-77324). *National Renewable Energy Laboratory*. <https://doi.org/10.2172/1764908>
- Gaikwad, S. R. (2025). AI-based predictive maintenance of solar photovoltaics systems: A comprehensive review. *Energy Informatics*, 8, Article 128. <https://doi.org/10.1186/s42162-025-00594-6>
- George, A. A., & Ghosh, D. (2025). Advancements in sustainability in the 21st century: A bibliometric analysis of solar power and its applications. *Energy Reports*, 14, 4291–4307.
- Guo, Z., Lu, J., Chen, Q., Liu, Z., Song, C., Tan, H., Zhang, H., & Yan, J. (2024). TransPV: Refining photovoltaic panel detection accuracy through a vision transformer-based deep learning model. *Applied Energy*, 355, 122282. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.122282>
- Habib, S., Tamoor, M., Gulzar, M. M., Chauhdary, S. T., Ahmad, H., Alqahtani, M., & Khalid, M. (2024). Design, techno-economic evaluation, and experimental testing of grid-connected rooftop solar photovoltaic systems for commercial buildings. *Frontiers in Energy Research*, 12, 1483755. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2024.1483755>
- Han, X., Wang, Y., & Zhang, L. (2022). Economic assessment of photovoltaic systems under different maintenance strategies. *Energy Reports*, 8, 1314–1326.
- Hassan, Q., Jaszczur, M., & Abdulateef, A. (2022). Machine learning-based predictive maintenance for photovoltaic systems: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 159, 112183.
- Høiaas, I., Grujic, K., Imenes, A. G., Burud, I., & Olsen, E. (2022). Inspection and condition monitoring of large-scale photovoltaic power plants: A review of imaging technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 161, 112353. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112353>
- Jäger-Waldau, A. (2024). Snapshot of photovoltaics – February 2024. *EPJ Photovoltaics*, 15, 21. <https://doi.org/10.1051/epjpv/2024018>
- Kumar, N. M., Chopra, S. S., & Chand, A. A. (2023). Performance and economic analysis of grid-connected photovoltaic systems in emerging economies. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 57, 103159. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2023.103159>
- Kut, P., Pietrucha Urbanik, K., & Kurek, P. (2024). Comprehensive Analysis of Failures in Photovoltaic Installations—A Survey Based Study. *Energies*, 17(23), 5986. <https://doi.org/10.3390/en17235986>
- Lazard. (2023). *Levelized cost of energy analysis (Version 16.0)*. Lazard. <https://www.lazard.com/research-insights>
- Lopes, V., Rocha, D., Alves, J., Teixeira, J., Fernandes, P., Costa, M., Morais, M., & Salomé, P. (2026). Comprehensive overview of photovoltaic plants operations and maintenance using UAV-based IR imaging and advanced image analysis techniques. *Renewable Energy Focus*, 57, 100825.
- Luu, L. Q., Cellura, M., Guarino, F., & Longo, S. (2026). Recommended actions for eco-design of solar energy technologies based on life cycle approach. *Energy Reports*, 15, 108961
- M. Cubukcu, A. Akanalci, Real-time inspection and determination methods of faults on photovoltaic power systems by thermal imaging in Turkey, *Renew. Energy* 147 (Mar. 2020) 1231–1238, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.09.075>.
- Mellit, A., Kalogirou, S. A., & Drif, M. (2024). Artificial intelligence for maintenance and performance optimization of renewable energy systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 189, 113892. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113892>
- Meng, Q., He, Y., Hussain, S., Lu, J., & Guerrero, J. M. (2025). Robust single-layer predictive control for grid-tied solar systems with integrated maximum power point tracking and power flow optimization. *Energy Reports*, 14, 2557–2569.
- Nfaoui, M., & El-Hami, K. (2018). Extracting the maximum energy from solar panels: Optimum tilt angle for Morocco—A MATLAB-based approach. *Energy Reports*, 4, 536–545.

Nguyen, H. T., Pearce, J. M., Harrap, R., & Barber, G. (2012). The application of LiDAR to assessment of rooftop solar photovoltaic deployment potential in a municipal district unit. *Sensors*, 12(4), 4534–4558.

Odoi-Yorke, F., Baah, B., Kissi-Boateng, R., Opoku, R., & Effah, F. B. (2025). Unlocking the potential of redundant energy from solar photovoltaic systems: Navigating global research trends, innovations, and future directions. *Energy Reports*, 13, 6362–6383.

Pourmousavi, S. A., Nehrir, M. H., & Colson, C. M. (2023). *Real-time energy management and system reliability in microgrids*. *Applied Energy*, 345, 121234.

<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121234>

Said, S. Z., Islam, S. Z., Radzi, N. H., Wekesa, C. W., Altimania, M., & Uddin, J. (2024). Dust impact on solar PV performance: A critical review of optimal cleaning techniques for yield enhancement across varied environmental conditions. *Energy Reports*, 12, 1121–1141.

<https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.12.189>

Saumik, S. M. M., Rahman, N., Al Noman, M. A., Islam, R., & Ahmed, M. R. (2025). Techno-economic investigation of a solar photovoltaic energy model using PVsyst, HOMER, and RETScreen. *Discover Electronics*, 2, 81. <https://doi.org/10.1007/s44291-025-00119-1>

Shahidehpour, M., Li, Z., & Ganji, M. (2024). Energy system operation and maintenance: Optimization and reliability considerations. *IEEE Transactions on Power Systems*, 39(1), 1123–1135. <https://doi.org/10.1109/TPWRS.2023.3298745>

Shen, Y., Fouladirad, M., & Grall, A. (2024). Impact of dust and temperature on photovoltaic panel performance: A model-based approach to determine optimal cleaning frequency. *Heliyon*, 10(16), e35390. [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(24\)11421-1](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)11421-1)

SlepAbdulla, H. S. (2024). Photovoltaic systems operation and maintenance. *Elsevier*, 195. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114342>

Syamsuddin, A., Adhi, A. C., Kusumawardhani, A., Prahasto, T., & Widodo, A. (2024). Predictive maintenance based on anomaly detection in photovoltaic system using SCADA data and machine learning. *Results in Engineering*, 24, 103589. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.103589>

Zhang, H., Li, Y., Wang, P., & Ma, T. (2022). Degradation analysis and performance evaluation of solar photovoltaic systems. *Solar Energy*, 231, 117–126. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2021.11.056>

Climate Change and Regional Development in South Africa: Exploring Emerging Research Trends

Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Regional na África do Sul: Explorando Tendências Emergentes de Pesquisa

Chané de Bruyn

chanedb@uj.ac.za

Centre for Local Economic Development, School of Economics, College of Business and Economics, University of Johannesburg. South Africa
Faculty of Humanities, University of Huelva (UHU)

Rui Alexandre Castanho

acastanho@wsb.edu.pl

VALORIZA – Research Centre for Endogenous Resource Valorization, Polytechnic Institute of Portalegre, Portugal
Advanced Research Centre, European University of Lefke, Northern Cyprus, Lefke, Turkey

Jose Manuel Jurado Almonte

jurado@dgf.uhu.es

Faculty of Humanities, University of Huelva (UHU)

Abstract

Regional development in South Africa is currently undergoing significant transformation as climate change increasingly impacts local economies and governance structures. Notably, the country has not yet fully implemented any climate change legislation, with the Climate Change Act only receiving presidential assent on March 17, 2025. As a result, climate change does not prominently feature in South Africa's research and policy agendas. Adaptation and mitigation efforts frequently arise from pressures unrelated to climate change, leading to fragmented and inconsistent approaches. In an effort to contribute to the current lack of research on climate change and regional development within South Africa, this study conducts a systematic review that examines the 20 most recent Scopus-indexed articles that explore the intersection of regional development and climate change in South Africa. In rapidly evolving fields like climate change, up-to-date research provides essential insights into the latest advancements and shifts in the area of study, making it crucial for a comprehensive review. This study ultimately enhances our understanding of the relationship between regional development and climate change in South Africa by identifying key themes, addressing critical gaps, and outlining effective pathways for the future.

Keywords: regional development; climate change; South Africa; systematic review; climate adaptation.

JEL: Q54; R1; R11

Resumo

O desenvolvimento regional na África do Sul está atualmente a passar por uma transformação significativa, à medida que as mudanças climáticas impactam cada vez mais as economias locais e as estruturas de governança. Notavelmente, o país ainda não implementou plenamente qualquer legislação sobre mudanças climáticas, tendo o Climate Change Act recebido apenas a sanção presidencial em 17 de março de 2025. Como resultado, as mudanças climáticas não ocupam um papel de destaque nas agendas de pesquisa e de políticas públicas na África do Sul. Esforços de adaptação e mitigação frequentemente surgem de pressões não relacionadas às mudanças climáticas, conduzindo a abordagens fragmentadas e inconsistentes. Com o objetivo de contribuir para a atual escassez de pesquisas sobre mudanças climáticas e desenvolvimento regional no contexto sul-africano, este estudo realiza uma revisão sistemática que examina os 20 artigos mais recentes indexados na Scopus que exploram a interseção entre desenvolvimento regional e mudanças climáticas na África do Sul. Em áreas de rápida evolução, como a das mudanças climáticas, pesquisas atualizadas fornecem insights essenciais sobre os avanços mais recentes e mudanças no campo de estudo, tornando-se fundamentais para uma revisão abrangente. Este estudo aprimora a compreensão da relação entre desenvolvimento regional e mudanças climáticas na África do Sul ao identificar temas-chave, abordar lacunas críticas e delinear caminhos eficazes para o futuro.

Palavras-chave: desenvolvimento regional; mudanças climáticas; África do Sul; revisão sistemática; adaptação climática.

JEL: Q54; R1; R11

1. INTRODUCTION

Climate change has become one of the defining global challenges of the 21st century, reshaping the conditions under which economies grow, society's function, and governance systems operate. Climate change significantly impacts regional development across various dimensions, including economic, environmental, and social aspects (Cai, 2025). The effects are diverse and vary by region, influenced by factors such as temperature changes, urban development, green vegetation, energy consumption, and environmental regulation (Karahasan & Pinar, 2023). In response, how regional development policies are shaped has been changing. For instance, climate considerations are no longer peripheral but are understood as integral to economic planning, infrastructure investment, and social policy (Faradiba & Zet, 2020). The climate–development nexus, which links environmental change to spatially uneven processes of growth, governance, and livelihoods, has thus become a central concern across global research and policy, as pointed out by Liu et al. (2018).

Major international agreements reflect this interplay, as for example the Paris Agreement explicitly connects emissions reductions and climate adaptation to sustainable development and poverty eradication goals (UNFCCC, 2015), while the Sustainable Development Goals (SDG's) embed climate action within broader priorities such as water security, food systems, energy transitions, and resilient cities (Onbargi, 2024). As a result, research has increasingly highlighted climate change as a cross-cutting development challenge that increases inequalities, threatens established livelihood systems, and exposes limitations in planning frameworks designed for more stable climatic conditions (Tanner & Horn-Phathanothai, 2014; Trisos et al., 2022). These challenges are particularly acute in Africa, where the continent contributes the least to global greenhouse gas emissions yet face some of the most severe projected impacts (Ghio et al., 2023). Studies such as that of Bedeke (2023) show that climate-related mortality from floods, droughts, and storms is already disproportionately high in highly vulnerable African regions, and that key development sectors across the continent have experienced measurable climate-related losses and damages (Trisos et al., 2022). Limited financial resources, inadequate access to infrastructure like roads and public health services, poor availability of weather forecast information, and a shortage of advanced technologies are increasing the vulnerability of African countries to climate change (Mall et al., 2017; Bedeke, 2023). All of these factors reduce the continent's capacity to adapt to climate-related risks.

The effects of climate change in South Africa are a prime example of Africa's challenges in adapting and managing environmental changes. As one of Africa's most industrialized economies, and among its highest emitters its coal-dependent energy system drives elevated per capita emissions, even as large segments of the population remain highly vulnerable to climate risks (Mathu, 2014; Khobai & Sithole, 2022). Furthermore, according to Engelbrecht et al. (2022), the country is recognised as a climate hotspot, with projections indicating significant future warming and a general drying trend, particularly in western and central regions. These physical risks intersect with entrenched development challenges, including service delivery failures and fragmented governance, creating a complex landscape of exposure and vulnerability (Ziervogel et al., 2014; Anekwe et al., 2025). Despite this, climate adaption practices have not always been systematically integrated into South Africa's development policy. Responses have often emerged in reaction to crises such as energy shortages, water scarcity, or food system stresses, rather than from coherent climate strategy (Adom et al., 2023). The Climate Change Act (No. 22 of 2024), enacted in March 2025, marks the country's first comprehensive legislative framework on climate change. Although it introduces statutory carbon budgets, national and sub-national adaptation planning requirements, and formalises the Presidential Climate Commission as a central coordinating body (Republic of South Africa, 2024), implementation of this Act will depend heavily on a robust and context-specific evidence base, and government and partner follow-through.

Although research on climate change and regional development in South Africa has expanded over the past decade, systematic reviews of recent research remain limited (Arndt et al., 2021; Dzawanda et al., 2024). Given accelerating climatic shifts and the introduction of new statutory requirements in South Africa, synthesising the latest research could be insightful in providing insights into the latest trends and developments relating to climate change and regional development in South Africa. Therefore, this study provides a systematic review of the 20 most recent Scopus-indexed articles examining climate change and its role in regional development within South Africa. Systematic reviews help identify gaps in existing literature, demonstrating where further research is needed and emphasizing the current research trends associated with specific themes (Jia et al., 2024). In line with this approach, this study offers an overview of climate change and its connection to regional development in South Africa, while also providing direction for future research and ensuring that scholarly efforts concentrate on the most critical issues in this field. In doing so, the study contributes to providing more information that could be useful in creating effective, locally informed climate-resilient development agendas, and pave the way for future studies.

The rest of this is structured as follows; Section 2 presents the Literature Review, that gives an overview of some of the most pressing issues facing Africa and its various regions in terms of climate change, delving into the South African Scenario. Section three describes the Methodology employed in this study, including the PRISMA framework used. Section 4 presents the results from the review, including a discussion elaboration on what the results mean. Section 5 concludes the article, pointing out limitations, future research agendas and implications for policy.

2. LITERATURE REVIEW

The interplay between climate change and regional development represents a significant challenge of the 21st century, particularly in Africa, where high levels of socio-economic vulnerability, resource scarcity, and climate variability intersect with persistent developmental issues (Olutola, 2019). As mentioned, although Africa contributes minimally to global greenhouse gas emissions, it experiences disproportionate impacts from climate-related events, such as droughts, floods, food insecurity, and public health crises (Cai, 2025). This reality underscores the urgent necessity for integrating climate adaptation into regional development policies, though this is quite complex. Studies such as Iliyasu and Mamman (2025), highlight how Africa's limited capacity to adapt is largely due to poverty, ineffective governance, and inadequate infrastructure, which worsens the adverse effects of climate change. Additionally, climate change threatens the continent's biodiversity, exposing essential ecosystem services important for human survival, such as food production and access to clean water. The loss of biodiversity could lead to irreversible changes in ecosystems, putting food security and livelihoods at even greater risk. Agriculture, a

fundamental part of many African economies, is particularly vulnerable to fluctuations in climate. Decreased rainfall, shorter growing seasons, and heightened chances of crop failure all pose significant threats to food security. Scholars such as Omotoso et al. (2023), note that Africa's limited capacity to adapt is largely due to poverty, ineffective governance, and inadequate infrastructure, which exacerbate the adverse effects of climate change. Additionally, climate change poses a significant threat to the continent's biodiversity, jeopardising essential ecosystem services that are vital for human survival, such as food production and access to clean water (Sintayehu, 2018). Fajinmi et al. (2025), emphasise that the loss of biodiversity could lead to irreversible changes in ecosystems, putting food security and livelihoods at even greater risk. Agriculture, a fundamental component of many African economies, is particularly vulnerable to fluctuations in climate (Agyarko et al., 2025). These decreased rainfall, shorter growing seasons, and heightened chances of crop failure all pose significant added threats to food security.

What's more, the effects of climate change are not uniform across African subregions. For instance, Northern Africa is grappling with significant temperature rises and increased aridity, while East Africa faces a rise in heat waves (Khomsi et al., 2023). In addition, Central Africa is witnessing moderate temperature increases (Asante et al., 2025), West Africa is experiencing heightened drought conditions and shifts in monsoon patterns, and Southern Africa is warming at a rate that outpaces the global average, particularly affecting its semi-arid regions (Alemaw & Simatele, 2020). Such regional variations call for customized adaptation strategies. Additionally, extreme weather events, including droughts, floods, and heatwaves, drastically undermine progress toward the SDGs in Sub-Saharan Africa (Codjoe & Atiglo, 2020). These events adversely influence food security, health outcomes, educational opportunities, and urban sustainability, while also intensifying poverty and driving migration (Rother et al., 2022). Therefore, promoting livelihood resilience and enhancing disaster preparedness are essential in mitigating these impacts (Tidiane Ndour et al. 2025).

Socioeconomic vulnerabilities, such as widespread poverty, reliance on rain-fed agriculture, and governance difficulties, exacerbate the adverse effects of climate change in Southern Africa (Mutanga et al., 2024). As a key economic player in Sub Saharan Africa, South Africa faces distinct challenges arising from its dependence on resource-intensive sectors and its leadership role in continental climate policy (Olutola, 2019). These challenges hinder the incorporation of climate adaptation strategies into regional development policies, highlighting the need for localized, region-specific approaches (Dzawanda et al., 2024). Moreover, effective integration of climate policies relies heavily on political commitment and institutional reforms, where without these, governance remains fragmented and implementation ineffective. Some studies such as Gadu (2024) and Sibiya et al. (2023) add that political commitment is significant barrier in the country, where policy documents on climate commitments often exceed actual implementation. Moreover, adopting cross-sectoral strategies, like the water-energy-food (WEF) nexus, becomes vital in addressing multi-dimensional vulnerabilities and enhancing overall resilience (Gbetibouo et al., 2010; Bedeke, 2023). Thus, as climate change intensifies existing spatial inequalities in water, energy, and food security, creates significant hurdles for regional development and planning.

South Africa is increasingly facing extreme climate-related events due to climate change, which pose significant risks to regional development (Dube et al., 2022). These events encompass droughts, floods, heatwaves, wildfires, and storms, each contributing to various socio-economic and environmental challenges (Engelbrecht et al., 2025). In the past five years, some of the most notable occurrences have been severe droughts, particularly in the Western Cape, which have led to water shortages affecting both agriculture and urban water supplies (Muyambo et al., 2023). Additionally, severe floods in KwaZulu-Natal in April 2022 resulted in 544 fatalities, displaced 42,000 individuals, and directly impacted 140,000 people (He & Ding, 2023). The economic repercussions of this disaster have been considerable, with estimated costs exceeding US\$3.6 billion (Engelbrecht et al., 2025).

These events interact with a developmental setting defined by various structural characteristics. Firstly, South Africa is confronted with deteriorating infrastructure, leading to a metropolitan-secondary city-rural continuum where climate adaptive capacity is unevenly distributed (Muyambo et al., 2023). Secondly, the local government framework in the country allocates significant development and service delivery responsibilities to municipalities that often lack the financial, technical, and human resources necessary to carry them out, even under stable climatic conditions,

much less in the face of intensified climate stress (Gadu et al., 2025). Thirdly, the energy sector in South Africa is heavily reliant on coal, with Eskom's coal fleet accounting for about 85% of the nation's electricity generation as of 2023, creating both a considerable emissions challenge and a necessity for a just transition (Hancock, 2024; Yildiran et al., 2025). Lastly, the country's water systems are significantly stressed due to the interplay of climate change, increasing population, agricultural needs, and diminishing infrastructure, especially in semi-arid provinces like Limpopo, the Northern Cape, and the Free State (Adeola et al., 2022; Leonard, 2023).

Although there is an expanding amount of evidence about the effects of climate change on Africa and South Africa in particular, a significant gap still exists in academic studies that connect regional development with climate change. Most current research tends to view climate change and development as separate issues. However, an increasing number of researchers are acknowledging the importance of adopting integrated approaches to addressing climate change and its role in economies (Kim, 2018; Dany & Lebel, 2020). A systematic review of climate change mitigation strategies across Sub Saharan African nations such as Botswana, Malawi, Mozambique, South Africa, Zambia, and Zimbabwe, revealed that while research related to climate has grown, it is still mainly focused on mitigation and sector-specific studies, with little integration of regional development strategies and planning frameworks (Zhou et al., 2024). This is consistent with the broader trend noted by Callaghan et al. (2021), who indicated that low- and middle-income nations, despite facing the most significant climate challenges, continue to be under-represented in the global climate impact literature.

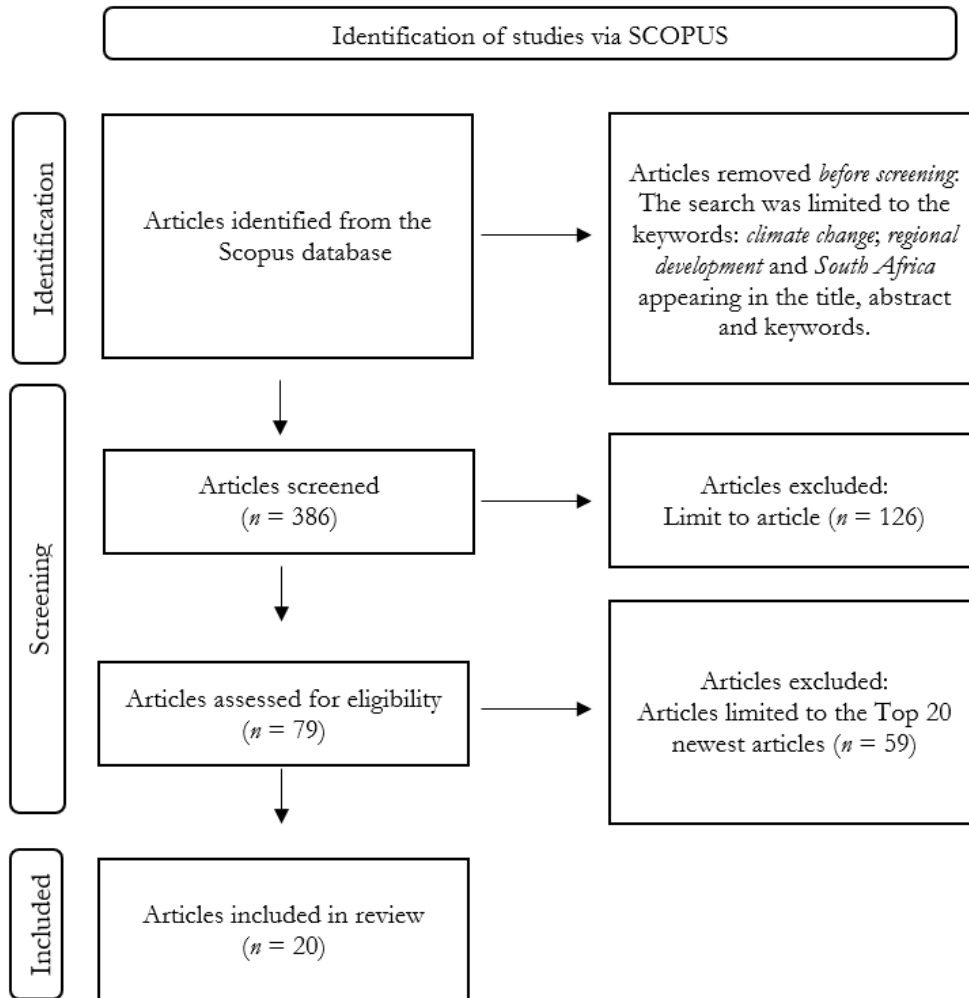
This fragmentation is especially evident in South Africa, where climate change has traditionally been regarded as a marginal concern in regional planning tools such as Integrated Development Plans and Spatial Development Frameworks, often being included only as an environmental note rather than as a fundamental aspect of development (Santhia et al., 2018; Gadu, 2024). The newly passed Climate Change Act (No. 22 of 2024) introduces a legal requirement for provincial and municipal governments to create climate response plans, highlighting both the urgency of the situation and the extent to which integrated climate-development governance has been lacking in South Africa's planning frameworks (Republic of South Africa, 2024). Additionally, the CSIR State of Climate Report (2022) and SANBI's National Biodiversity Assessment (2019) offer essential evidence regarding the impacts of climate change and gaps in adaptation at both municipal and ecosystem levels, supporting the aforementioned findings. Similarly, other researchers like Roberts (2019), Eriksen et al. (2021), and IPCC (2023) have contributed regionally focused insights on resilience, governance, and vulnerability, highlighting the necessity for climate adaptation in South Africa to be integrated into everyday governance and social frameworks rather than seen as a side issue related to the environment. Due to the rapid changes brought on by climate change, it could be argued that research from even five years ago might not accurately depict current scenarios, emerging risks, and the evolving priorities of both researchers and practitioners. This highlights the importance of conducting a systematic review of the latest scholarly work. By analysing the 20 most recent Scopus-indexed articles that explore the link between regional development and climate change in South Africa, this study aims to explore the latest research on climate change and regional development, that could show which thematic areas are gaining ongoing research interest, and which aspects of the climate-development link still lack exploration. In a scenario where South Africa's Climate Change Act has only recently taken effect, and its implementation framework is still being developed, understanding the current stance in research is important in contributing to deeper insights into the role of climate change in regional development within the country.

3. METHODOLOGY

This article provides a comprehensive overview of the most recent research published related to climate change and regional development in South Africa. As Caldwell and Bennett (2020) surmise, systematic reviews are particularly valuable for pinpointing areas that have been underexplored and for highlighting emerging research themes, thus informing future research areas. Furthermore, they offer a comprehensive and non-biased summary of all relevant studies on a given topic, which is crucial for evidence-based practice (Milner, 2015).

The systematic review used here, followed the guidelines outlined by the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Page et al. (2023), explains that PRISMA is an evidence-based framework designed to assist researchers in enhancing the quality of their systematic review and meta-analysis reports. As noted by scholars like Hutton et al. (2015) and Page et al. (2023), PRISMA provides a structured approach that improves the completeness and clarity of reporting, thereby enabling researchers to better interpret findings and grasp the limitations of the evidence presented. The PRISMA framework used is presented in Figure 1.

Figure 1: PRISMA framework used for research selection



Source: Page et al. (2023)

The original search query, conducted on 7 March 2026, utilized for the Scopus database was ("climate change") AND ("regional development") AND ("South Africa"). The initial search identified 386 documents, as illustrated in Figure 1. All these documents were in English, making it unnecessary to restrict the search to that language. Subsequently, documents that were not journal articles were excluded from the search criteria. Ultimately, for the aims of this study, the focus was narrowed down to the 20 most recent articles available on the Scopus database. In rapidly evolving fields such as climate change, the newest published research can provide important insights into the latest developments or changes within the subject field. By focusing on the most up-to-date studies, the review ensures the incorporation of current research findings, which are typically more relevant.

4. RESULTS & DISCUSSION

Before examining the 20 latest published articles, the 79 articles were included in a pre-analysis to gain insight into the growth of research on the topic over the last two decades, as well as the leading authors institutions publishing on the theme.

Figure 2: Total articles published as of 2001

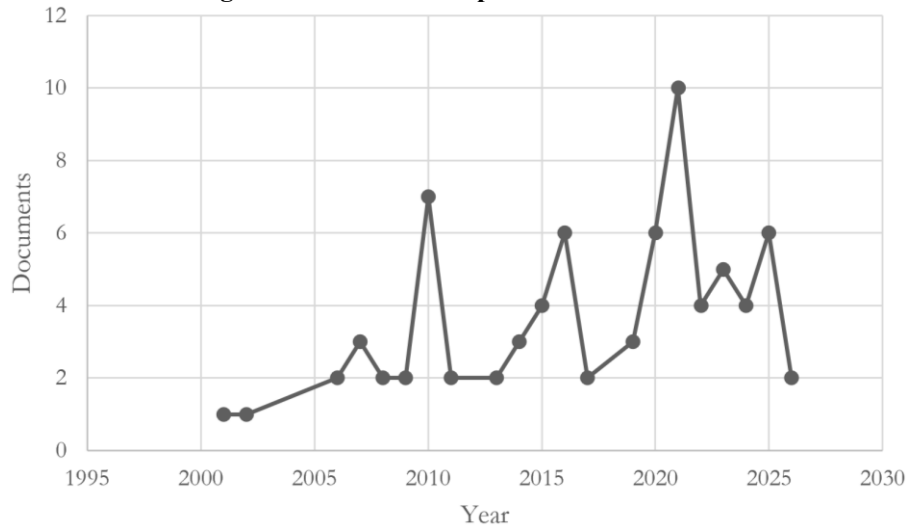


Figure 2 shows the overall number of articles related to climate change and regional development in South Africa from 2001 to the present (2026). Although a general increase can be observed, the trend is prominently irregular, reflecting considerable year-to-year fluctuations rather than consistent growth. This inconsistent pattern indicates that the interplay of climate change and regional development in South Africa has not yet formed an established, self-sustaining research field with a committed scholarly community. Instead, publications seem to be influenced by external occurrences, such as significant climate-related disasters, policy developments, or international funding opportunities, rather than being driven by ongoing disciplinary growth. This observation aligns with the larger conclusion drawn by Callaghan et al. (2021), who opined that climate change research in low- and middle-income countries tends to be episodic and reactive. The recent rise in publications starting around 2020 may be due to the effect of South Africa's increasing involvement with global climate commitments, including the Paris Agreement and, more recently, the establishment of the Climate Change Act (No. 22 of 2024), although this could only be confirmed in future studies.

Figure 3: Top 15 institutions publishing on the research topic

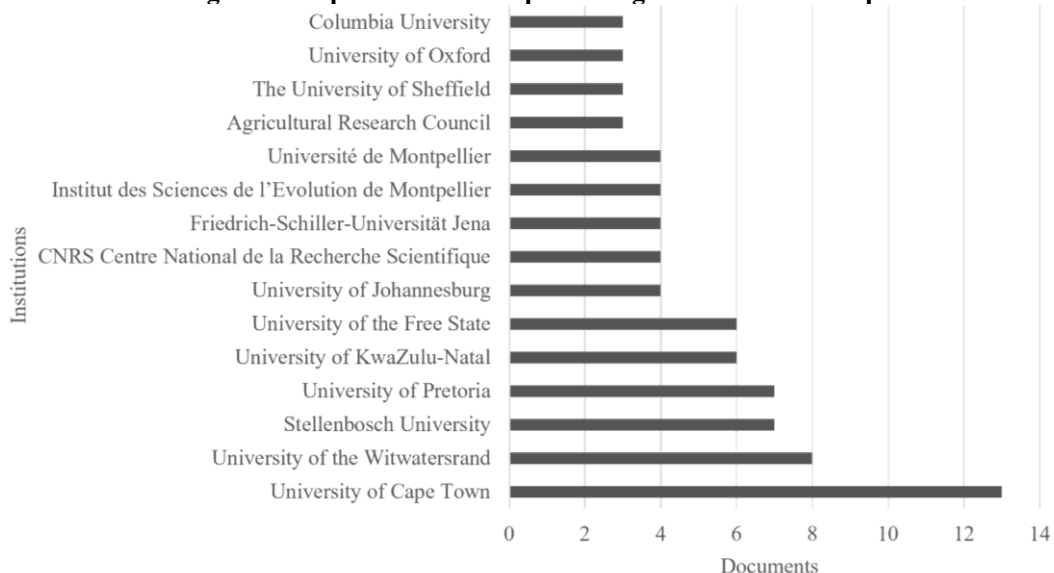


Figure 3 illustrates the leading 15 institutions involved in climate change and regional development research within South Africa. The University of Cape Town tops the list with 13 publications, followed by the University of the Witwatersrand with 8, and both Stellenbosch University and the University of Pretoria with 7 publications each. This distribution highlights several key points. Firstly, there is a significant concentration of research output among historically well-funded metropolitan institutions, all situated in prominent urban areas. This geographic and institutional concentration prompts critical questions about which knowledge and which vulnerabilities are prioritised in South African climate research, especially as the communities most affected by climate change are primarily found in rural and peri-urban regions, often in provinces that lack more robust research infrastructure. Secondly, the involvement of international institutions such as the University of Oxford, the University of Sheffield, and French research organisations like CNRS, suggests that this research area is partly supported by global collaborations and funding. While these partnerships enhance diversity and comparative insight, they also carry the risk of research agendas being shaped by external rather than locally defined priorities (Callaghan et al., 2021).

Figure 4: Top 10 authors publishing on climate change and regional development in South Africa

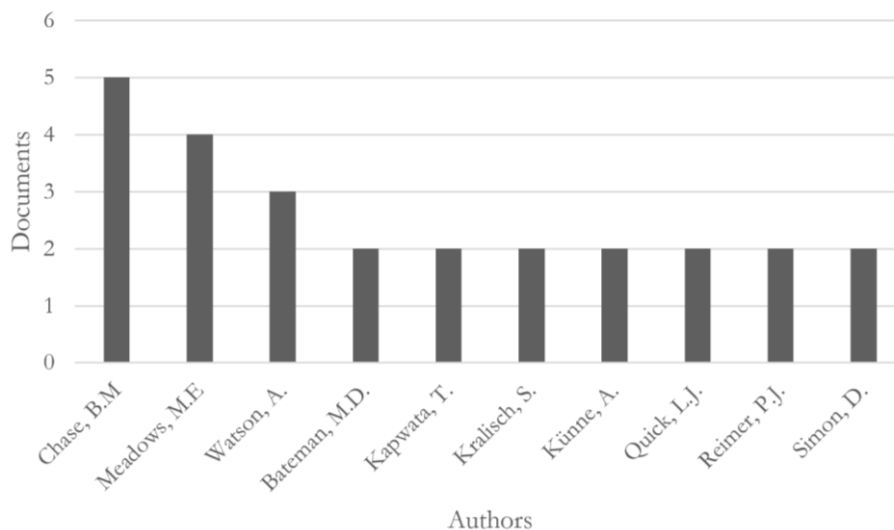


Figure 4 illustrates the leading 10 authors contributing to research on climate change and regional development in South Africa. The most active author, Chase, B.M., has published 5 works, followed by Meadows, M.E. with 4, and Watson, A. with 3, while the other seven authors each have 2 publications. These numbers are relatively low in absolute terms and indicate that there is no cohesive or established group of scholars concentrating specifically on this joint research area. The lack of a critical mass of specialized researchers could have a few consequences. It hinders the accumulation of contextual knowledge, limits the creation of South Africa-specific analytical frameworks, and diminishes the field's ability to generate comparative, and policy-focused research necessary for climate-resilient development planning. The low individual publication figures also imply that many inputs to this field come from researchers whose main focus is in other areas such as hydrology, energy policy, or public health, who engage with the climate-regional development relationship only incidentally. Building a core group of scholars explicitly working at this intersection should be viewed as a priority for research capacity, especially given the implementation demands established by the new Climate Change Act (No. 22 of 2024).

Table 1 presents the findings following the PRISMA framework. Table 1 illustrates the 20 latest articles published in Scopus relating to climate change and regional development in South Africa. Furthermore, it also shows the main emerging theme emanating from the study.

Table 1: 20 most recent Scopus-indexed studies on regional development & climate change in South Africa

Authors	Year	Title	Key Finding	Emerging Theme
Ndlela T. et al.	2026	Climate change and variability in Eswatini, 1981–2020	40-year record shows declining annual rainfall and significant warming across Eswatini; strong geographic variability signals urgent need for adaptive water management and early warning systems.	Climate risk, extreme events & water security
Radebe S.; Clark M.D.	2026	Near-surface groundwater prospectivity model for the Main Karoo Basin	Machine learning models (AUC 0.87) identify high-potential groundwater zones in the Karoo Basin; hotspots can serve as critical drought-resilience resources for water-stressed communities.	Climate risk, extreme events & water security
Chauke H.; Pongrácz R.	2025	Monthly scale validation of CMIP6/CORDEX climate models over South Africa	CMIP6 and CORDEX models show reduced biases over South Africa compared to CMIP5, but careful model selection remains essential for reliable regional climate projections.	Climate governance, vulnerability & decision support
De Bruyn C. et al.	2025	Climate vulnerability assessment of South African capital cities	Multidimensional PCA reveals heterogeneous urban vulnerability: Bloemfontein, Cape Town, and Johannesburg face highest combined exposure and sensitivity, while Mbombela and Pietermaritzburg retain greater adaptive capacity.	Climate governance, vulnerability & decision support
Engelbrecht F.A. et al.	2025	Extreme event attribution of the 2022 Durban floods using km-scale simulations	Climate change made the April 2022 KwaZulu-Natal floods at least 40% more intense; km-scale attribution methodology is scalable across the Global South, with direct implications for disaster risk finance.	Climate risk, extreme events & water security
Mandavya G. et al.	2025	Shifting weather regimes driving regional drought in South Africa	A post-2010 shift toward a persistently drier weather regime explains the 2015–2017 'Day Zero' drought in the Western Cape; weather-regime-based generators offer improved tools for long-term water planning.	Climate risk, extreme events & water security
Witter S. et al.	2025	Political economy of reforming global health initiatives	Funder-driven incentive structures in global health initiatives discourage collaboration and impede reform, including in the face of mounting climate-health threats; political-economy-aware governance reform is essential.	Climate, health & human wellbeing
Yıldıran N. et al.	2025	Feasibility of a 75 MW solar PV plant in South Africa	Solar PV investment shows strong financial and environmental returns, but community willingness to invest remains low; education and enabling policy are critical barriers to community-level energy transition.	Energy transitions & carbon management
Hancock K.J.	2024	Electric regionalism and the African power pools	Post-colonial path dependence and the influence of development banks and mining capital have locked African energy systems into centralised, fossil-fuel-dependent structures that resist decarbonisation; decentralised alternatives are better aligned with climate goals.	Energy transitions & carbon management
Kapwata T. et al.	2024	Heat thresholds for South Africa towards a heat-health warning system	Analysis of 8.48 million deaths identifies maximum temperature as the dominant predictor of mortality; district-specific heat thresholds provide the empirical foundation for a national heat-health warning system.	Climate, health & human wellbeing
Magazzino C. et al.	2024	Innovation, sustainability and cereal production in BRICS countries	Technological innovation and improved land management raise cereal yields, while agricultural emissions depress output; integrated policy packages combining productivity gains with emissions reduction are essential.	Agricultural resilience & food security
Sigauke C.; Ravele T.	2024	Compound drought-heat extremes in the Limpopo Lowveld	Copula-based models estimate joint drought-heat probabilities across elevation bands in Limpopo, providing a robust quantitative basis for compound-event disaster risk planning.	Climate risk, extreme events & water security
Makungo R.; Nkuna T.R.	2023	Climate adaptation strategies for smallholder farmers, Luvuvhu Catchment	Stakeholder MCDA identifies optimising irrigation, erosion control, and high-yield varieties as priority adaptation strategies; rankings are robust to stakeholder weight variations, indicating genuine local consensus.	Agricultural resilience & food security
Monteiro P.M.S.; Midgley G.F.	2023	Carbon dioxide removal science–policy partnership for southern Africa	Southern Africa will require CDR at 0.1–0.5 GtCO ₂ /yr; significant governance, technology, and skills gaps necessitate an urgent science–policy partnership to build the required institutional infrastructure.	Energy transitions & carbon management
Muyambo F. et al.	2023	Climate-induced weather events and urban water management in the Free State	Rising water stress in QwaQwa driven by climate events demands climate-resilient infrastructure, nature-based solutions, and accountable governance as integrated responses to urban water insecurity.	Climate risk, extreme events & water security
Obasa A.E. et al.	2023	Collective responsibility during the Hammanskraal cholera outbreak	The Hammanskraal outbreak links cholera risk directly to inadequate WASH infrastructure and displacement; climate change is identified as a compounding driver requiring collective, multifaceted governance responses.	Climate, health & human wellbeing
Zheng S. et al.	2023	Embodied carbon in BRICS forest industry trade	Paper products dominate embodied carbon in South Africa's forest trade; BRICS emissions are export-oriented, highlighting the need for coordinated supply-chain decarbonisation across trading partners.	Energy transitions & carbon management

Adeola A.M. et al.	2022	Observed trends and projections in the Olifants River Catchment	A 44-year record documents warming and persistent drought in the Olifants Basin; future projections under RCP4.5 and RCP8.5 indicate significant temperature increases and sustained water deficits with major implications for catchment management.	Climate risk, extreme events & water security
Gxokwe S. et al.	2022	Ecohydrological change in semi-arid wetlands using cloud computing	Google Earth Engine and Landsat analysis reveals a 350% increase in bare surface cover in Northern Cape wetlands (2016–2020), driven by precipitation variability; validates cloud-AI monitoring as a scalable tool for wetland conservation.	Climate risk, extreme events & water security
Magos Brehm J. et al.	2022	Conservation of crop wild relative diversity in southern Africa	64% of priority crop wild relative taxa face negative climate impacts; 50% lack ex-situ conservation and 21% fall outside protected areas; a complementary network of 271 sites is proposed to safeguard the genetic foundations of regional food security.	Agricultural resilience & food security

From analysing the studies presented in Table 1, 5 main themes emerged. These themes are *Climate risk, extreme events and water security*, *Energy transitions and carbon management*, *Agricultural resilience and food security*, *Climate governance, vulnerability and decision support* and lastly *Climate, health & human wellbeing*. The first theme, *Climate Risk, Extreme Events & Water Security*, constituting the most studies, focuses on the relationship between extreme climate events and water security, highlighting the importance of water stress in South Africa's developmental issues. Engelbrecht et al. (2025) find that climate change increased the intensity of the KwaZulu-Natal floods in April 2022 by at least 40 per cent, based on convection-permitting kilometre-scale simulations. This study applies formal extreme event attribution science, a method associated with the World Weather Attribution initiative and based on the work of Stott et al. (2016). The implications for development show that investments in infrastructure, disaster risk financing, and municipal planning have traditionally been based on historical return periods, which attribution science shows to be fundamentally insufficient in a changing climate. This is similar to findings from Zscheischler et al. (2020), who established that the simultaneous occurrence of multiple climate hazards presents significantly greater risks to infrastructure and development systems than single-hazard models can account for. Sigauke and Ravele (2024) apply this framework to the Limpopo Lowveld, offering estimates of joint drought-heat probability that align with South African risk modelling with disaster risk research. Regarding long-term trends, both Adeola et al. (2022) and Ndlela et al. (2026) report on multi-decadal warming and diminishing rainfall in the Olifants catchment and Eswatini, respectively, consistent with the notion that Southern Africa is a global climate hotspot where warming is expected to exceed the global average (Trisos et al., 2022). Mandavya et al. (2025) adds to this by linking the 'Day Zero' drought in the Western Cape from 2015–2017 to a lasting change in the weather patterns influencing South African rainfall. Collectively, these results reinforce earlier research by Mukheibir and Ziervogel (2007) who argued that urban water governance in South African cities must undergo fundamental redesign for a non-stationary climate. Muyambo et al. (2023) and Gxokwe et al. (2022) expand this concern to urban water management in the Free State and wetland degradation in the Northern Cape, respectively, while Radebe and Clark (2026) propose a constructive solution by utilizing machine learning for groundwater prospectivity mapping that identifies drought-resilient resources in the Karoo Basin. Together, these studies illustrate a panorama of accelerating water insecurity that is simultaneously physical, institutional, and spatial, and current governance frameworks, as confirmed at the regional level by *Frontiers in Water* (2025) and the *CIWA Programme* (2023), are ill-equipped to manage without structural reforms.

The second theme, *Energy transitions and carbon management*, highlights the conflict between South Africa's capability for renewable energy implementation and the institutional and political barriers that hold it back. Yıldırım et al. (2025) reveal the financial and environmental feasibility of large-scale solar investments, showing substantial returns despite low community willingness to contribute financially, a disparity attributed to insufficient education and supportive policies. This observation aligns with the global energy justice research, as noted by Abe and Azubike (2024). These authors contend that addressing energy marginalization in Africa necessitates not only technical viability but also fair governance of the transition process, ensuring that communities are active participants rather than mere beneficiaries. Hancock's (2024), analysis of path dependence in African power pools offers a structural explanation for why technically feasible transitions stagnate; this includes donor influence and the ability of extractive capital to anchor energy systems in fossil-

fuel dependence, making decarbonization difficult. This line of reasoning is particularly relevant to South Africa, where Xaba (2025), illustrates how the objectives of the Just Energy Transition Partnership (JETP) are compromised by the conflicting interests of coal-sector stakeholders, delays in decommissioning schedules, and governance challenges within Eskom and the larger energy administration.

Monteiro and Midgley (2023) and Zheng et al. (2023), expand the energy-carbon perspective beyond just the electricity sector. Monteiro and Midgley (2023), assert that southern Africa will need carbon dioxide removal at an annual rate of 0.1–0.5 GtCO₂, positioning the region within a global mitigation discussion where CDR has shifted from a theoretical concept to an operational necessity (IPCC, 2023). Zheng et al. (2023) highlight that South Africa's forest-sector trade is primarily export-focused in terms of emissions, showcasing a facet of carbon accountability that is largely neglected by domestic policy. Together, these studies indicate that while South Africa's research on energy and carbon management is technically sophisticated, its policy and governance structures are not yet prepared to effectively implement this. This is similar to the Stockholm Environment Institute's (2024) evaluation that the execution of the just transition in South Africa still lags behind its planning.

The third theme, *Agricultural resilience and food security*, reveals considerable shortcomings in South Africa's adaptation framework. Makungo and Nkuna (2023), finds locally prioritized adaptation tactics for smallholder farmers in the Luvuvhu catchment, namely enhancing irrigation, erosion management, and high-yield varieties. The study also underscores the disconnect between identified strategies and their actual implementation, hampered by issues like land tenure insecurity and inadequate extension services. This disconnect is a recurring theme in the literature on smallholder adaptation in Africa. Trisos et al. (2022), asserts that smallholder farmers often resort to coping mechanisms instead of transformative adaptation, noting that enhancing institutional capacity and ensuring secure land tenure are essential prerequisites that South Africa's rural governance often fails to deliver. Magazzino et al. (2024), examining BRICS, find that technological advancements increase cereal yields while agricultural emissions suppress them. This reinforces the argument for low-emission intensification as both a strategy for productivity and mitigation. This aligns with findings that staple crop yields in Sub-Saharan Africa are expected to decrease by 10–20% by 2050 if current climate patterns persist (Stuch et al., 2021), positioning agricultural innovation as not just an economic prospect but a necessity for food security. Moreover, Magos Brehm et al. (2022) highlights critical conservation deficits for crop wild relatives throughout Southern Africa, where 64% of priority species are at risk from climate change impacts. This biodiversity-focused approach to agricultural resilience is based on the framework for the Sustainable Use and Conservation of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (Mba et al., 2024). Studies such as Irie et al. (2025) highlight that agricultural biodiversity is crucial for food security and the resilience of agricultural systems. It includes the diversity of crops, wild relatives, and the ecological functions they support (Pietrusińska-Radzio et al., 2025).

The fourth theme emerging is that of *Climate governance, vulnerability and decision support*. Here, Chauke and Pongrácz (2025) show improved skill over South Africa compared to earlier generations, while cautioning that careful model selection remains essential, an important finding for the quality of climate projections underpinning adaptation planning. De Bruyn et al. (2025) translate physical and socioeconomic data into a multidimensional vulnerability assessment of South Africa's capital cities, revealing heterogeneous risk profiles that challenge the assumption that metropolitan size and resource endowment confer climate resilience. Together, these studies contribute to the foundational requirement for climate-resilient development- credible, localised, and decision-relevant climate risk information (Favretto & Stringer, 2026). The existing literature on governance underscores a significant and entrenched gap between advancements in scientific methodologies and their practical application in planning processes. Gadu et al. (2024) and Adom et al. (2023) highlight that South Africa's municipal Integrated Development Plans rarely incorporate modern climate projections. Gadu et al. (2025) employ an institutional adaptive capacity framework to demonstrate that local governments, particularly in the Eastern Cape, face substantial deficits in mandates, financial resources, and collaborative mechanisms across departments, hindering the transformation of national climate policies into effective actions. This challenge cannot be solely attributed to a lack of funding; it reflects what Averchenkova et al. (2019) describe as a deficit in

structural clarity, where the roles and responsibilities among national, provincial, and local authorities are poorly defined, leaving adaptation duties ambiguous within an institutional context.

Sibiya et al. (2023) build on this by illustrating how bureaucratic resistance, characterised as the tendency of departmental lines to view climate change as a subordinate environmental concern rather than as a central governance issue, represents an additional barrier that persists even when financial resources are apparently accessible. Together, these studies suggest that the governance failures related to climate issues in South Africa can be analysed through three critical dimensions, namely vertical fragmentation among various government levels, horizontal disconnection between sectoral departments, and a framing problem where climate change is perceived as secondary to primary development planning (Averchenkova et al., 2019; Sibiya et al., 2023; Gadu et al., 2024). This tripartite institutional analysis should inform future research initiatives and the implementation strategies outlined in the Climate Change Act (No. 22 of 2024), rather than simply attributing challenges to a lack of political will. Similar multi-level analyses of governance failures in other developing-country contexts have been proposed by Dany and Lebel (2020) and Sorgho et al. (2023), thus emphasising the relevance and analytical strength of this approach for South Africa.

The last emerging theme, *Climate, health & human wellbeing*, explore different yet interconnected ways in which climate change poses a risk to human health in South Africa. Kapwata et al. (2024) offer extensive evidence for identifying heat-health thresholds, using 8.48 million mortality records to show that maximum temperature was associated with increased risk of mortality. This finding aligns with research by Gasparrini et al. (2017), who showed across 732 locations in 36 nations that ambient temperature significantly contributes to overall mortality, particularly impacting populations with limited capacity to adapt. In South Africa, where outdoor workers, inhabitants of informal settlements, and the elderly are especially vulnerable to heat exposure, the lack of a national heat-health warning system represents a notable and solvable governance issue.

Obasa et al. (2023), in their analysis of the cholera outbreak in Hammanskraal, connect the risk of disease to insufficient water, sanitation, and hygiene (WASH) infrastructure and population displacement, highlighting climate change as an exacerbating factor. This highlights a problem where often extreme event responses tend to focus on isolated projects rather than comprehensive climate risk management. Global research on climate and health increasingly depicts such outbreaks as results of the interaction among climatic stressors, failures in governance, and socioeconomic vulnerability, characterized by Watts et al. (2021) as the 'syndemic' relationship between climate and health. Additionally, Witter et al. (2025) illustrates how structures of global health initiatives driven by funders hinder collaboration and obstruct reform, a finding that holds direct significance for South Africa's health system influenced by donors. Again, these studies indicate that the primary challenge of climate and health in South Africa lies not in clinical knowledge but within institutional frameworks, which suggests the need for governance reform as the key intervention.

In essence, the literature reviewed in this analysis reveals a predominant biophysical focus, with individual studies acknowledging the governance and political-economy factors but failing to centre institutional analysis in their frameworks. This oversight is particularly noteworthy considering that the evidence suggests South Africa's lack of adaptation stems more from governance and financial issues than from a lack of knowledge (Gadu, 2024; Adom et al., 2023). Furthermore, research often tends to be fragmented across various sectors and disciplines, which can hinder the development of comprehensive adaptation strategies. Moreover, the vast array of methodologies used within the studies highlights the rapid advancements occurring in this field. Most importantly, the collective findings indicate that climate change is not merely an impending threat for South Africa; rather, it is an ongoing and quantifiable driver of developmental disruption, manifesting through flooded urban areas, diminishing wetlands, increased heat-related mortality, and the proliferation of waterborne diseases. The pivotal challenge moving forward is effectively integrating this evidence into the statutory frameworks, budgetary allocations, and governance mechanisms mandated by the Climate Change Act (No. 22 of 2024). Addressing this integration must become a priority in the post-Act research and policy environment.

5. CONCLUSION

Climate change presents a significant and escalating challenge to regional development in South Africa, a nation defined by extreme weather conditions, socioeconomic disparities, and weak and fragmented governance. Despite this vulnerable position, climate change has historically been underexplored in South Africa's research and planning frameworks, with adaptation and mitigation strategies often arising from sector-specific pressures rather than from comprehensive, evidence-based policy making. In light of this, this study conducted a systematic review of the 20 most recent Scopus-indexed articles that examine the intersection of regional development and climate change in South Africa, aiming to shed light on prevailing research trends, emerging thematic priorities, and possible areas that future research and policy initiatives need to address. The importance of this study is highlighted by the recent passage of the Climate Change Act (No. 22 of 2024), which introduces statutory requirements for provincial and local governments to formulate climate response plans.

The review identified five emerging themes, with the most prominent theme centred on climate risk, extreme weather events, and water security, reflecting a growing body of research that documents rapid physical changes in the country's hydrological and meteorological systems. Across other themes such as energy, agriculture, governance, and health, a consistent trend emerged, where current research is rapidly advancing, yet the application of that knowledge in integrated development planning, governance reforms, and statutory implementation remains critically inadequate. Notably, the study uncovers the lack of a formal warning mechanism for South Africa's heat-health system and highlights the significant climate-induced threats to regional food security, particularly regarding crop wild relatives, which have received little policy attention. The predominance of well-established universities in research output and the inconsistent annual publication rates underscore that this field of study remains fragmented and, in its infancy, rather than a mature and coordinated scientific endeavour.

This study is not without its limitations. Firstly, while the focus on the 20 most recent Scopus-indexed articles is methodologically sound for capturing the latest research in such a fast-evolving field, it inevitably excludes a wider array of literature. This does limit the inclusion criteria of the chosen articles. Consequently, the findings reflect current trends rather than offering a comprehensive historical overview. Secondly, the Scopus database, although the largest repository of peer-reviewed literature, does not encompass all relevant research, such as grey literature, government reports, and studies published in non-indexed regional journals, which may contain important insights, especially regarding governance and community-level adaptation, which fall outside this review's scope. Additionally, the search criteria were specifically limited to the overlap of climate change, regional development, and South Africa, indicating that research indexed under related but separate terms, such as adaptation, resilience, governance, or spatial planning, was not included. Although this limitation was an intentional decision, future reviews using broader keyword searches could offer a useful addition to the current results. These limitations highlight several key priorities for future research. The most pressing need is for studies that centre on governance and political economy in their analysis rather than treating institutional challenges as secondary. South Africa's lack of adaptation is less about a lack of knowledge and more about deficiencies in governance capacity, political will, and the integrated institutional design at municipal and provincial levels. Research should explore how the implementation requirements of the Climate Change Act can be effectively operationalised within the existing constraints of local government, including documented financial, technical, and human resource limitations. Moreover, the geographic concentration of research efforts must be addressed, as various regions face unique climate-related challenges that necessitate tailored interventions. Finally, the reviewed studies consistently overlook the importance of integrating indigenous and local knowledge into climate adaptation strategies, a gap that potentially undermines both the cultural relevance and practical success of these strategies, particularly in rural and smallholder farming settings. Future research could systematically incorporate these knowledge systems alongside formal scientific approaches.

The insights from this study present several important policy recommendations. Municipal and provincial governments should aim to integrate climate risk information, such as projections and urban vulnerability assessments, into their planning processes, moving beyond the current tendency to treat climate issues as mere environmental add-ons. In the energy sector, decarbonization policies

must address the institutional barriers that reinforce South Africa's reliance on fossil-fuel infrastructure. It is essential that the Just Energy Transition is conducted with active community engagement and fair benefit-sharing, rather than being approached as a purely technical endeavour. Additionally, preserving crop wild relatives and enhancing the adaptive capacity of smallholder farmers need to be prioritised in South Africa's agricultural and biodiversity strategies, recognising them as vital to long-term food security rather than as secondary environmental concerns. As South Africa embarks on the implementation of its Climate Change Act for the first time, it is crucial to develop a coordinated, locally informed, and governance-focused research agenda to effectively address the country's most pressing environmental challenges.

REFERENCES

- Adeola, A. M., Kruger, A., Makgoale, T. E., & Botai, J. O. (2022). Observed trends and projections of temperature and precipitation in the Olifants River Catchment in South Africa. *PLoS One*, 17(8), e0271974.
- Adom, R. K., Simatele, M. D., Das, D. K., Mukalazi, K. A., Sonwabo, M., Mudau, L., & Zhou, L. (2023). Enhancing climate change adaptation governance through transforming institutions in Kwa-Zulu Natal Province, South Africa. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 16(4), 413–438.
- Agyarko, R. K. D., Kithinji, D., & Nsarhaza, K. B. (2025). Climate change and the rise of emerging and re-emerging infectious diseases in Africa: A literature review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(6), 903.
- Alemaw, B. F., & Simatele, D. (2020). Integrating climate change adaptation and mitigation into sustainable development planning: The policy dimension. In J. I. Matondo, B. F. Alemaw, & W. J. P. Sandwidi (Eds.), *Climate variability and change in Africa: Perspectives, experiences and sustainability* (pp. 191–208). Springer.
- Anekwe, I. M. S., Ashiegbu, D., Isa, Y. M., & Potgieter, H. (2025). Circular economy and energy transition: A review of South Africa's 5-year just energy transition investment plan (JET-IP). *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 30(6), 48.
- Arndt, C., Gabriel, S., Hartley, F., Strzepek, K. M., & Thomas, T. S. (2021). Climate change and the green transition in South Africa. In A. Oqubay, F. Tregenna, & I. Valodia (Eds.), *The Oxford handbook of the South African economy* (pp. 323–345). Oxford University Press.
- Asante, P. A., Rahn, E., Anten, N. P., Zuidema, P. A., Morales, A., & Rozendaal, D. M. (2025). Climate change impacts on cocoa production in the major producing countries of West and Central Africa by mid-century. *Agricultural and Forest Meteorology*, 362, 110393.
- Averchenkova, A., Gannon, K. E., & Curran, P. (2019). Governance of climate change policy: A case study of South Africa. Policy Report. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, London School of Economics and Political Science.
- Bedeke, S. B. (2023). Climate change vulnerability and adaptation of crop producers in sub-Saharan Africa: A review on concepts, approaches and methods. *Environment, Development and Sustainability*, 25(2), 1017–1051.
- Cai, Y. (2025). How does climate change affect regional sustainable development? Empirical evidence from 186 countries around the world. *International Review of Economics & Finance*, 99, 104047.
- Caldwell, P. H., & Bennett, T. (2020). Easy guide to conducting a systematic review. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 56(6), 853–856.
- Callaghan, M., Schleussner, C.-F., Nath, S., Minx, J. C., Frieler, K., Ciavarella, A., Fischer, E. M., Matthews, H. D., Mengel, M., Mansour, W., Foote, P., Pörtner, H.-O., Tignor, M., & Weyer, N. M. (2021). Machine-learning-based evidence and attribution mapping of 100,000 climate impact studies. *Nature Climate Change*, 11, 966–972.
- Chauke, H., & Pongrácz, R. (2025). Monthly scale validation of climate models' outputs against gridded data over South Africa. *Atmosphere*, 16(10), 1200.
- Codjoe, S. N., & Atiglo, D. Y. (2020). The implications of extreme weather events for attaining the sustainable development goals in sub-Saharan Africa. *Frontiers in Climate*, 2, 592658. <https://doi.org/10.3389/fclim.2020.592658>

- Dany, V., & Lebel, L. (2020). Integrating concerns with climate change into local development planning in Cambodia. *Review of Policy Research*, 37(2), 221–243.
- de Bruyn, C., Kirsten, J. F., & Pretorius, M. (2025). Climate vulnerability assessment of South African capital cities using multidimensional indicators. *Discover Sustainability*, 6(1), 747.
- Dube, K., Nhamo, G., & Chikodzi, D. (2022). Flooding trends and their impacts on coastal communities of Western Cape Province, South Africa. *GeoJournal*, 87(Suppl. 4), 453–468.
- Dzawanda, B., Chapungu, L., Maoela, M. A., Matsa, M., & Mapitsa, C. (2024). The trends and drivers of climate change vulnerability in rural Southern Africa. In M. Matsa, L. Chapungu, & G. Nhamo (Eds.), *Climate change resilience in rural Southern Africa: Dynamics, prospects and challenges* (pp. 31–48). Springer.
- Engelbrecht, F. A., Steinkopf, J., Padavatan, J., & Midgley, G. F. (2022). Projections of future climate change in southern Africa and the potential for regional tipping points. In G. P. von Maltitz, G. F. Midgley, J. Cartwright, A. Gillson, & T. E. Jewitt (Eds.), *Sustainability of southern African ecosystems under global change* (Ecological Studies, Vol. 248, pp. 191–230). Springer.
- Engelbrecht, F. A., Steinkopf, J., Chang, N., Biskop, S., Malherbe, J., Engelbrecht, C. J., & McGregor, J. L. (2025). Extreme event attribution using km-scale simulations reveals the pronounced role of climate change in the Durban floods. *Communications Earth & Environment*, 6(1), 506.
- Eriksen, S., Schipper, E. L. F., Scoville-Simonds, M., Vincent, K., Adam, H. N., Brooks, N., & West, J. J. (2021). Adaptation interventions and their effect on vulnerability in developing countries: Help, hindrance or irrelevance? *World Development*, 141, 105383.
- Fajinmi, O. O., Mabhaudhi, T., & Van Staden, J. (2025). Biodiversity conservation, a crucial step towards food and nutritional security, food justice and climate change resilience in Africa. *Plants*, 14(17), 2649.
- Faradiba, F., & Zet, L. (2020). The impact of climate factors, disaster, and social community in rural development. *Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7(9), 707–717.
- Favretto, N., & Stringer, L. C. (2026). Evidence-based steps towards climate resilient development pathways: Insights across levels and sectors. *Global Environmental Change*, 97, 103130.
- Gadu, S. E., Adom, R. K., & Simatele, M. D. (2024). Mind the gap: The fissure between aspirations and actions in climate change governance at a local government level: A study of the Eastern Cape Province of South Africa. *Climate Resilience and Sustainability*, 3(2), e72.
- Gadu, S. E., Adom, R. K., & Simatele, M. D. (2025). The complex task of evaluating the institutional adaptive capacity to climate change at local government level: A study of the Eastern Cape Province of South Africa. *Climate Resilience and Sustainability*, 4(1), e70003.
- Gasparrini, A., Guo, Y., Sera, F., Vicedo-Cabrera, A. M., Huber, V., Tong, S., de Sousa Zanotti Stagliorio Coelho, M., Nascimento Saldiva, P. H., Lavigne, E., Matus Correa, P., Valdes Ortega, N., Kan, H., Osorio, S., Kysely, J., Urban, A., Jaakkola, J. J. K., Rytty, N. R. I., Pascal, M., Goodman, P. G., & Armstrong, B. (2017). Projections of temperature-related excess mortality under climate change scenarios. *The Lancet Planetary Health*, 1(9), e360–e367.
- Gbetibouo, G. A., Ringler, C., & Hassan, R. (2010). Vulnerability of the South African farming sector to climate change and variability: An indicator approach. *Natural Resources Forum*, 34(3), 175–187.
- Ghio, D., Goujon, A., Natale, F., Alfredo, A., & Petroliagkis, T. (2023). Assessing populations exposed to climate change: A focus on Africa in a global context. *Population and Environment*, 45(4), 28.
- Gxokwe, S., Dube, T., Mazvimavi, D., & Grenfell, M. (2022). Using cloud computing techniques to monitor long-term variations in ecohydrological dynamics of small seasonally flooded wetlands in semi-arid South Africa. *Journal of Hydrology*, 612, 128080.
- Hancock, K. J. (2024). Electric regionalism: Path dependence, development, and the African power pools. *Review of Policy Research*, 41(2), 347–368.
- He, B., & Ding, K. J. (2023). Global greenhouse gases emissions effect on extreme events under an uncertain future: A case study in Western Cape, South Africa. *PLoS Climate*, 2(1), e0000107.
- Hutton, B., Salanti, G., Caldwell, D. M., Chaimani, A., Schmid, C. H., Cameron, C., Ioannidis, J. P., Straus, S., Thorlund, K., Jansen, J. P., & Mulrow, C. (2015). The PRISMA extension statement

for reporting of systematic reviews incorporating network meta-analyses of health care interventions: Checklist and explanations. *Annals of Internal Medicine*, 162(11), 777–784.

Iliyasu, J., & Mamman, S. O. (2025). Climate change and human economic misery in West Africa: Evidence from a tail-dependence model. *Climate and Development*, 17(7), 648–656.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023a). *Climate change 2022 – Impacts, adaptation and vulnerability: Working Group II contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023b). *Africa*. In H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, & B. Rama (Eds.), *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1285–1456). Cambridge University Press.

Irie, K., Nagamine, T., & Masuda, M. (2025). Role and perspectives of plant genetic resources for guaranteeing sustainable crop production in developing countries. In K. Irie, T. Nagamine, & M. Masuda (Eds.), *Plant genetic resources (PGR) for sustainable crop production: SATREPS projects tackling global warming and environmental extremes in developing countries* (pp. 149–152). Springer Nature Singapore.

Kapwata, T., Abdelatif, N., Scovronick, N., Gebreslasie, M. T., Acquattro, F., & Wright, C. Y. (2024). Identifying heat thresholds for South Africa towards the development of a heat-health warning system. *International Journal of Biometeorology*, 68(2), 381–392.

Karahasan, B. C., & Pinar, M. (2023). Climate change and spatial agricultural development in Turkey. *Review of Development Economics*, 27(3), 1699–1720.

Khobai, H., & Sithole, K. (2022). The relationship between economic growth and carbon emissions in South Africa. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 12(2), 516–525.

Khomsi, K., El Wakil, R., Nwaigwe, C. O., Mateyisi, M., & Nangombe, S. S. (2023). Current and projected climate changes in African subregions. In R. Hamid & M. Haboubi (Eds.), *Impact of climate change on health in Africa: A focus on liver and gastrointestinal tract* (pp. 21–52). Springer International Publishing.

Kim, K. G. (2018). Integrated planning approach to climate resilient and low-carbon smart cities: Process and methods. In K. G. Kim (Ed.), *Low-carbon smart cities: Tools for climate resilience planning* (pp. 87–176). Springer International Publishing.

Leonard, L. (2023). Climate change, mining development and residential water security in the uMkhanyakude District Municipality, KwaZulu-Natal, South Africa: A double catastrophe for local communities. *Local Environment*, 28(3), 331–346.

Liu, J., Hull, V., Godfray, H. C. J., Tilman, D., Gleick, P., Hoff, H., & Li, S. (2018). Nexus approaches to global sustainable development. *Nature Sustainability*, 1(9), 466–476.

Magazzino, C., Gattone, T., Usman, M., & Valente, D. (2024). Unleashing the power of innovation and sustainability: Transforming cereal production in the BRICS countries. *Ecological Indicators*, 167, 112618.

Magos Brehm, J., Gaisberger, H., Kell, S., Parra-Quijano, M., Thormann, I., Dulloo, M. E., & Macted, N. (2022). Planning complementary conservation of crop wild relative diversity in southern Africa. *Diversity and Distributions*, 28(7), 1358–1372.

Makungo, R., & Nkuna, T. R. (2023). Prioritising climate coping and adaptation strategies for smallholder farmers in Luvuvhu River Catchment, South Africa. *Climate Services*, 30, 100361.

Mall, R. K., Gupta, A., & Sonkar, G. (2017). Effect of climate change on agricultural crops. In S. K. Dubey, A. Tripathi, & S. N. Upadhyay (Eds.), *Current developments in biotechnology and bioengineering* (pp. 23–46). Elsevier.

Mandavya, G., Atreya, G., Kucharski, J., Watson, A., Najibi, N., Verbist, K., & Ray, P. (2025). Shifting patterns in the weather regimes that drive regional drought: Demonstration for South Africa. *International Journal of Climatology*, 45(9), e8866.

Mathu, K. (2014). Towards greening the South African coal supply chain. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5(27), 1632–1643.

Mba, C., Diop, N. N., Diulgheroff, S., Furman, B., Hugo, W., McGuire, S., & Sivasankar, S. (2024). Managing plant genetic resources for food and agriculture as global commonwealth. In M. Torero, J. von Braun, & F. Ceres (Eds.), *Transformation of agri-food systems* (pp. 63–76). Springer Nature Singapore.

- Milner, K. A. (2015). Systematic reviews. *Oncology Nursing Forum*, 42(1), 98–99.
- Monteiro, P. M., & Midgley, G. F. (2023). Building a carbon dioxide removal science–policy partnership for southern Africa. *South African Journal of Science*, 119(9–10).
- Mukheibir, P., & Ziervogel, G. (2007). Developing a Municipal Adaptation Plan (MAP) for climate change: The city of Cape Town. *Environment and Urbanization*, 19(1), 143–158.
- Mutanga, S. S., Mantlana, B. K., Mudavanhu, S., Muthige, M. S., Skhosana, F. V., Lumsden, T., & John, J. (2024). Implementation of water energy food-health nexus in a climate constrained world: A review for South Africa. *Frontiers in Environmental Science*, 12, 1307972.
- Muyambo, F., Belle, J., Nyam, Y. S., & Orimoloye, I. R. (2023). Climate-change-induced weather events and implications for urban water resource management in the Free State Province of South Africa. *Environmental Management*, 71(1), 40–54.
- Ndlela, T., Sifundza, L. S., Beckedahl, H., Kapwata, T., Laban, T. L., Mahlangeni, N., & Wright, C. Y. (2026). Analysis of rainfall and temperature trends in Eswatini from 1981 to 2020: A perspective of climate change and variability. *South African Journal of Science*, 122(1–2), 1–8.
- Obasa, A. E., Botes, M., & Palk, A. C. (2023). Collective responsibility during a cholera outbreak: The case of Hammanskraal. *South African Journal of Bioethics and Law*, 16(3), 99–104.
- Olutola, O. (2019). Nigeria–South Africa relations in the context of climate change: Prospects and challenges. In O. Olutola (Ed.), *Nigeria–South Africa relations and regional hegemonic competence* (pp. 71–86). Springer.
- Omotoso, A. B., Letsoalo, S., Olagunju, K. O., Tshwene, C. S., & Omotayo, A. O. (2023). Climate change and variability in sub-Saharan Africa: A systematic review of trends and impacts on agriculture. *Journal of Cleaner Production*, 414, 137487.
- Onbargi, A. F. (2024). The climate change–inequality nexus: Towards environmental and socio-ecological inequalities with a focus on human capabilities. *Journal of Integrative Environmental Sciences*, 19(1), 163–170.
- Page, M. J., Moher, D., Brennan, S., & McKenzie, J. E. (2023). The PRISMATIC project: Protocol for a research programme on novel methods to improve reporting and peer review of systematic reviews of health evidence. *Systematic Reviews*, 12(1), 196.
- Pietruśńska-Radzio, A., Bolc, P., Tratwal, A., & Dziubińska, D. (2025). The role of plant genetic resources and grain variety mixtures in building sustainable agriculture in the context of climate change. *Sustainability*, 17(21), 9737.
- Radebe, S., & Clark, M. D. (2026). A near-surface groundwater prospectivity model for the Main Karoo Basin of South Africa derived from multivariate machine learning. *Applied Water Science*, 16(1), 1.
- Republic of South Africa. (2024). Climate Change Act No. 22 of 2024 (Government Gazette No. 50697). Government Printer.
- Roberts, D. (2019). Summary for policymakers. In H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, & N. M. Weyer (Eds.), *IPCC special report on the ocean and cryosphere in a changing climate* (pp. 3–35). Cambridge University Press.
- Rother, H. A., Hayward, R. A., Paulson, J. A., Etzel, R. A., Shelton, M., & Theron, L. C. (2022). Impact of extreme weather events on sub-Saharan African child and adolescent mental health: The implications of a systematic review of sparse research findings. *The Journal of Climate Change and Health*, 5, 100087.
- Santhia, D., Shackleton, S., & Pereira, T. (2018). Mainstreaming sustainable adaptation to climate change into municipal planning: An analysis from the Eastern Cape, South Africa. *Development Southern Africa*, 35(4), 589–608.
- Sibiya, N. P., Das, D. K., Vogel, C., Mazinyo, S. P., Zhou, L., Kalumba, M. A., Sithole, M., Adom, R. K., & Simatele, M. D. (2023). Overcoming bureaucratic resistance: An analysis of barriers to climate change adaptation in South Africa. *Climate*, 11(7), 145.
- Sigauke, C., & Ravele, T. (2024). Estimating concurrent probabilities of compound extremes: An analysis of temperature and rainfall events in the Limpopo lowveld region of South Africa. *Atmosphere*, 15(5), 557.
- Sintayehu, D. W. (2018). Impact of climate change on biodiversity and associated key ecosystem services in Africa: A systematic review. *Ecosystem Health and Sustainability*, 4(9), 225–239.

- Sorgho, R., Bhatt, M., Danquah, I., & Sauerborn, R. (2023). Institutional barriers to climate change and health adaptation in Burkina Faso. *Climate and Development*, 15(7), 578–589.
- South African National Biodiversity Institute. (2019). National Biodiversity Assessment 2019: The status of South Africa's biodiversity. SANBI.
- South African Weather Service. (2023). Annual state of the climate of South Africa 2022. South African Weather Service.
- Stockholm Environment Institute. (2024). Just energy transition in South Africa: Progress and gaps in implementation (SEI Policy Brief). Stockholm Environment Institute.
- Stott, P. A., Christidis, N., Otto, F. E., Sun, Y., Vanderlinden, J. P., van Oldenborgh, G. J., & Zwiers, F. W. (2016). Attribution of extreme weather and climate-related events. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 7(1), 23–41.
- Stuch, B., Alcamo, J., & Schaldach, R. (2021). Projected climate change impacts on mean and year-to-year variability of yield of key smallholder crops in sub-Saharan Africa. *Climate and Development*, 13(3), 268–282.
- Tanner, T., & Horn-Phathanothai, L. (2014). *Climate change and development*. Routledge.
- Tidiane Ndour, C., Diop, W., & Asongu, S. (2025). The effect of natural disasters on food security in sub-Saharan Africa. *Social Responsibility Journal*, 21(1), 180–197.
- Trisos, C., Adelekan, I., Totin, E., Ayanlade, A., Efitre, J., Gameda, A., & Thorn, J. (2022). Africa. In H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, & B. Rama (Eds.), *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1285–1455). Cambridge University Press.
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015). Paris Agreement. UNFCCC.
- Witter, S., Palmer, N., Jouhaud, R., Zaidi, S., Carillon, S., English, R., & Blanchet, K. (2025). Understanding the political economy of reforming global health initiatives: Insights from global and country levels. *Globalization and Health*, 21(1), 40.
- Xaba, N. (2025). Evaluating the implementation of South Africa's just energy transition in coal regions. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, 14(2), e70009.
- Yildiran, N., Akyol, İ. A., & Işık, M. A. (2025). Harnessing solar energy: Feasibility assessment of 75 MW solar PV plant in a community in South Africa. *Renewable Energy*, 253, 123475.
- Zheng, S., Yang, J., Chen, C., & Wu, B. (2023). Embodied carbon accounting for forest industry trade in BRICS countries: An MRIO modeling approach. *Sustainability*, 15(16), 12503.
- Zhou, L., Matsa, M., & Dzvene, A. R. (2024). A systematic review of climate change mitigation policies in Southern Africa. In M. Matsa, L. Chapungu, & G. Nhamo (Eds.), *Climate change resilience in rural Southern Africa: Dynamics, prospects and challenges* (pp. 181–200). Springer.
- Ziervogel, G., New, M., Archer van Garderen, E., Midgley, G., Taylor, A., Hamann, R., Stuart-Hill, S., Myers, J., & Warburton, M. (2014). Climate change impacts and adaptation in South Africa. *WIREs Climate Change*, 5(5), 605–620.
- Zscheischler, J., Martius, O., Westra, S., Bevacqua, E., Raymond, C., Horton, R. M., & Vignotto, E. (2020). A typology of compound weather and climate events. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1(7), 333–347.

NORMAS PARA OS ARTIGOS A SUBMETER À REVISTA PORTUGUESA DE ESTUDOS REGIONAIS

A. Normas respeitantes à aceitação e avaliação dos artigos

1. As submissões à RPER estão sujeitas a um processo de revisão cega por pares (*double-blind review*). O processo de revisão por pares é organizado pela direção editorial da revista.
2. Todos os artigos submetidos à RPER serão avaliados pelos editores quanto a potencial plágio com recurso ao uso de *software* adequado. Quaisquer questões que surjam serão tratadas pela direção editorial. Apenas as contribuições que são originais sem qualquer dúvida podem ser publicadas na RPER.
3. Os manuscritos serão avaliados exclusivamente com base no seu mérito científico (importância, originalidade, validade do estudo, clareza) e sua relevância para o campo científico de intervenção da revista. O Editor-Chefe tem total autoridade sobre todo o conteúdo editorial da Revista e sobre o momento de sua publicação.
4. Após o registo do artigo e seus meta-dados pelo autor na plataforma eletrónica da RPER, o artigo será revisto pelo Editor-Chefe ou por um dos Editores Associados para verificar se o seu conteúdo está alinhado com os temas abordados pela revista e se está em conformidade com o guia de estilo adotado. Caso o texto não esteja alinhado com os temas científicos tratados pela revista, será rejeitado e os autores serão informados do motivo dessa rejeição. Em caso de não conformidade com o guia de estilo, o autor será informado da necessidade de correção e do prazo (normalmente, não superior a 15 dias) para sua realização.
5. Após a conclusão desta primeira fase, será designado um editor que será responsável por selecionar os revisores (pelo menos dois) e monitorizar o processo de avaliação. O processo de avaliação terá início assim que dois revisores concordarem em avaliar o manuscrito. Os revisores são convidados a apresentar a sua avaliação do manuscrito num prazo de 30 dias.
6. Após a receção da avaliação feita por dois revisores, na fase 3, o editor decidirá se aceita o manuscrito como está, se solicitará que sejam efetuadas modificações menores ou mais aprofundadas, ou se o rejeita, com base nos relatórios dos revisores e na sua revisão editorial, após efetuadas uma ou mais rondas de revisão. Caso seja reclamado que seja feita a realização de uma revisão mais profunda, será estabelecido um prazo-limite de 90 dias.
7. Se aceite para publicação, a versão final do artigo passará por uma revisão final a ser feita pelo editor e pelos autores.
8. As propostas de artigo deverão ser submetidas na plataforma eletrónica da Revista (<https://review-rper.com/index.php/rper/index>). Qualquer comunicação dos autores com o Secretariado da RPER far-se-á pelo endereço de correio eletrónico seguinte: rper.geral@gmail.com.

B. Normas respeitantes à submissão e atributos formais dos artigos

1. Os manuscritos devem ser submetidos *online* através do sítio eletrónico da RPER (<https://review-rper.com/index.php/rper/index>). Aceitam-se manuscritos em *OpenOffice*, *Microsoft Word* ou *RTF*.
2. As submissões normalmente não devem exceder 9.000 palavras. Se as submissões precisarem de ser mais longas, o autor precisa ser capaz de apresentar um bom argumento ao editor.
3. As referências, quadros e figuras (exclusivamente a preto e branco) devem ser incluídos no corpo do manuscrito. As notas de rodapé devem ser evitadas sempre que possível.
4. No processo de submissão, além de ser enviada uma versão do manuscrito anonimizada, deve ser entregue uma versão completa, isto é, que inclua a identificação de todos os autores e respetivas

afiliações institucionais e endereço eletrónico de contacto.

5. Os títulos, resumos e palavras-chave devem ser apresentados em duas línguas, podendo essas línguas ser o Português, o Inglês e o Espanhol.
6. É exigido que os artigos submetidos contenham, também, os Códigos JEL (a inserir logo a seguir às Palavras-chave).

C. Normas respeitantes a referências bibliográficas e citações

1. As referências listadas no final de cada artigo devem conter apenas as usadas nas citações feitas no texto e adotar as normas APA (American Psychological Association).
2. Para garantir o anonimato dos artigos, as auto-referências de cada autor não devem utilizar expressões que possam revelar a autoria.
3. Embora o seu uso em versões preliminares do artigo submetido seja recomendável, as normas das Referências são obrigatórias para a versão final, isto é, a versão aceite.
4. Os autores citados no texto devem ser indicados pelo sobrenome, seguindo as normas APA (American Psychological Association).

NORMS FOR THE SUBMISSION OF PAPERS TO THE PORTUGUESE REVIEW OF REGIONAL STUDIES

A. Norms concerning papers acceptance and assessment

1. Submissions to RPER are subject to a double-blind peer-review process. The peer-review process is organized by the journal's editorial team.
2. Every article submitted to RPER will be screened by the editors for plagiarism by use of appropriate the software. Any issues arising there will be dealt with by the editorial team. Only contributions that are original, assessed by the reviewers and editors can be published in RPER.
3. Manuscripts will be assessed exclusively on the basis of their scientific merit (importance, originality, study's validity, clarity) and its relevance to the journal's scope. The Editor-in-Chief has full authority over the entire editorial content of the journal and the timing of the publication of that content.
4. Once the paper and its metadata have been registered by the author at the RPER website, as a first step, the paper will be reviewed by the Editor-in-chief or by one of Associate Editors to check if its content is alignment with the topics the journal deals with, and if it is in compliance with the style guide adopted. If the text is not aligned with the scientific topics of the journal, it will be rejected and the authors will be informed of the reason for that. In case of non-compliance with the style guide, the author will be informed of the need for correction and the deadline (ordinarily, no more than 15 days) to make it.
5. Once this first phase has been completed, an editor is assigned who will be responsible for selecting reviewers (at least two) and monitoring the assessment process. The review process will begin as soon as two reviewers have agree to assess the paper. The reviewers are invited to provide their assessment on the paper within a 30 days' time span.
6. Once the two reviewers' assessment received, in phase 3, the editor will decide to accept the paper as it is, claiming that minor or major revisions are made, or rejecting it, based on the reviewers' reports and his/her editorial review, after one or more rounds of review. In the case a major revision is claimed to be performed, a time limit of 90 days will be established.
7. If accepted for publication, the final version of the paper will undergo a final check by both the editor and the authors.
8. Paper proposals must be submitted through the Journal's electronic platform (<https://review-rper.com/index.php/rper/index>). Any communication between authors and the RPER Secretariat will be done through the following email address: rper.geral@gmail.com.

B. Norms concerning submission and papers structure

1. Manuscripts must be submitted online via this website (<https://review-rper.com/index.php/rper/index>). We accept manuscripts in OpenOffice, Microsoft Word or RTF.
2. Submissions normally should not exceed 9,000 words. If submissions need to be longer, the author needs to make a good argument for that to the editor.
3. References, tables, and figures (exclusively in black and white) should be included in the manuscript file. Footnotes should be avoided whenever possible.
4. In the submission process, in addition to sending an anonymized version of the manuscript, a complete version must be delivered, that is, one that includes the identification of all authors and their institutional affiliations, and email contact.

5. Titles, abstracts and keywords must be presented in two languages, which may be Portuguese, English and Spanish.
6. It is required that the submitted papers also contain the JEL Codes (to be inserted right after the Keywords).

C. Norms concerning bibliographic references and citations

1. The references listed at the end of each paper shall only contain citations and references actually mentioned in the text and should adopt the APA (American Psychological Association) norm.
2. To ensure the anonymity of papers, each author's self-references should use no expressions that might betray the authorship.
3. Although their use in preliminary versions is recommendable, the References norms are mandatory for the final version, that is, the accepted version of the paper.
4. Authors cited in the text must be indicated by his/her surname, following the APA (American Psychological Association) norm.

ÍNDICE

- 7** Editorial
- 9** Artificial Intelligence Governance and Industrial Development: Transnational Spillovers, Technology Transfer, and Sustainable Territorial Implications in Brazil
Klemens Katterbauer, Rui Alexandre Castanho, Sema Yilmaz
- 27** How Do Subnational Governments Contribute to Territorial Development? An Exploratory Analysis of Public Goods and Services Provided by Uruguay's Departmental Governments
Adrián Rodríguez-Miranda, Camilo Vial
- 45** Entre las Miradas Institucionales y Ciudadanas: Análisis de los Procesos Participativos y Deliberativos en los Planes de Desarrollo Comunal (PLADECO) en Tres Ciudades Intermedias de Chile
Felipe E. Valenzuela Espinosa
- 61** Wine Tourism as a Catalyst for Territorial Sustainability. A Theoretical Approach Towards Responsible Wine Tourism by 2050
María Isabel Ramos-Abascal
- 71** Heritage on the Move: Conditions and Reasons of Use of Passenger Rail Service in South-Central Chile (Biobío and Araucanía)
Matías Riquelme Brevis, Aurora Martínez Corral, Eduardo Sandoval-Obando
- 85** From Fire to Light: Technological Innovation and Sustainability in Christmas Celebrations of Domestic Regenerative Tourism
Ángel Acevedo-Duque, Jorge Suárez Campos, Marisela Pilquiman Vera, Egon Montecinos Montecinos, Lisandro Roco
- 103** Technical and Technological Training and Sustainable Development of Tourism Microenterprises Within the Framework of the Orange Economy
Jenny Alexandra Segura Osuna
- 117** Route Optimization Using Genetic Algorithm for Visitors to Legends Park
Hugo Vega-Huerta, David Tupayachi Rivas, Jahir Hernandez Mayhuay, Marcelo Damian Chapoñan, María Puelles-Bulnes, Rubén Gil-Calvo, Javier Cabrera-Díaz, Gisella Luisa Elena Maquen-Niño
- 139** Implementación de la Contratación por Horas para las Empresas Públicas de Agua Potable y Alcantarillado en el Mejoramiento de la Planificación del Talento Humano
Ivanhoe Josafat Mafla Yépez, Bryan Gabriel Abendaño López, Héctor Sebastián Pérez Manosalvas, Alejo Betty Pastora
- 161** Análisis de Retorno de Inversión y Ventajas Competitivas de la Implantación del Mantenimiento Predictivo en Plantas Fotovoltaicas para las Industrias Alimenticias
Kleber Miguel Ochoa Quitama, Johnathan Frank Samaniego Martínez, Héctor Sebastián Pérez Manosalvas, Alejo Betty Pastora
- 183** Climate Change and Regional Development in South Africa: Exploring Emerging Research Trends
Chané de Bruyn, Rui Alexandre Castanho, Jose Manuel Jurado Almonte

REVISTA PORTUGUESA DE ESTUDOS REGIONAIS
PORTUGUESE REVIEW OF REGIONAL STUDIES

Edição Especial | nº 75 | Avulso €15

