

DEPARTAMENT DE GEOGRAFIA  
FACULTAT DE GEOGRAFIA I HISTÒRIA

CUADERNOS DE  
GEOGRAFÍA

111

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA  
2023

## CUADERNOS DE GEOGRAFÍA DE LA UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

La revista *Cuadernos de Geografía*, editada por la Universitat de València desde 1964, es una de las revistas decanas de la disciplina geográfica en España. Sus páginas han atestiguado las transformaciones del territorio y sus paisajes, así como de las sociedades que los habitan y de las actividades que éstas desempeñan. El abanico de temáticas que trata es amplio, siempre afines a las diferentes ramas de la Geografía, alentando una perspectiva inter y transdisciplinar. Acorde con este enfoque, la revista publica con periodicidad semestral artículos de investigación originales y reseñas en catalán, castellano, inglés y francés.

En su etapa actual, *Cuadernos de Geografía* se adapta a los nuevos retos de la Geografía y su comunicación en un mundo más globalizado y digital. La evaluación de los trabajos se rige por un sistema de arbitraje externo por pares de tipo doble ciego. Los trabajos aceptados son publicados digitalmente y sin coste para sus autores/as en formato electrónico de acceso libre y gratuito.

### DECLARACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS Y COMPROMISO ÉTICO

*Cuadernos de Geografía* se compromete a garantizar la ética y la calidad de los artículos publicados teniendo como referencia el Código de conducta y buenas prácticas para editores de revistas científicas que define el Comité de Ética de Publicaciones (COPE). En cumplimiento de estas buenas prácticas, se publican el sistema de arbitraje utilizado para la selección de los artículos y los criterios de evaluación que las personas evaluadoras externas (anónimas y por pares) deben aplicar. Ellas garantizan, en todo momento, la confidencialidad del proceso de evaluación: el anonimato de los/las evaluadores/as y de los/las autores/as, el contenido evaluado, el informe razonado emitido por las personas evaluadoras y cualquier otra comunicación que realicen los consejos de Dirección, Redacción y Asesor.

El Consejo de Dirección de *Cuadernos de Geografía* se compromete a publicar correcciones, aclaraciones, retracciones y disculpas cuando sea necesario. Al aceptar los términos y acuerdos expresados por nuestra revista, las personas autoras deben garantizar que su trabajo y los materiales asociados a él son originales y no infringen los derechos de autor de terceras personas. Las opiniones expresadas en artículos y reseñas son de exclusiva responsabilidad de sus autores/as.

Normativa de publicación: <https://ojs.uv.es/index.php/CGUV/about/submissions#authorGuidelines>  
Proceso de evaluación por pares: <https://ojs.uv.es/index.php/CGUV/about/editorialPolicies#peerReviewProcess>

Aquesta pàgina, en català: <https://ojs.uv.es/public/journals/85/public/P2cat.pdf>

This page, in English: <https://ojs.uv.es/public/journals/85/public/P2eng.pdf>

Cette page, en français: <https://ojs.uv.es/public/journals/85/public/P2fr.pdf>

## CONSEJO DE DIRECCIÓN

Directora: María Dolores Pitarch, Universitat de València (maria.pitarch@uv.es)

Editor: Félix Fajardo Magraner, Universitat de València (felix.fajardo@uv.es)

Secretaria: Susana Tomás, Universitat de València (susana.tomas@uv.es)

## CONSEJO DE REDACCIÓN

Juan Miguel Albertos (Universitat de València), Adolfo Calvo (Universitat de València), Javier Esparcia (Universitat de València), Albert Llausàs (Universitat de Girona), Alfredo Ollero (Universidad de Zaragoza), Montserrat Pallarès (Universitat Autònoma de Barcelona), María Dolores Pitarch (Universitat de València), Julia Salom (Universitat de València), Simón Sánchez del Moral (Universidad Complutense de Madrid), Francesca Segura (Universitat de València).

## CONSEJO ASESOR

Roy W. Alexander (University of Chester), Nacima Barón (Université Paris Est), Josep Vicent Boira (Universitat de València), Carolina Boix (CSIC), Eugenio Burriel (Universitat de València), Francisco Calvo García-Tornel (Universidad de Murcia), Marianne Cohen (Sorbonne Université), Manuel Costa (Universitat de València), Roland Courtot (Aix-Marseille Université), Joan Estrany (Universitat de les Illes Balears), Cayetano Espejo Marín (Universidad de Murcia), M<sup>a</sup> Dolors Garcia Ramon (Universitat Autònoma de Barcelona), Angela Hof (Salzburg Universität), Askoa Ibisate González de Matauco (Universidad del País Vasco), Edilia Jaque (Universidad de Concepción), Robert Kent (California State University), Ricardo Méndez (Universidad Complutense de Madrid), Frank Moulart (KU Leuven) Emma Pérez-Chacón Espino (Universidad de La Laguna), Michaël Pouzenc (Maison de la Recherche. Toulouse), Joan Romero (Universitat de València), Celine Rozenblat (Université de Lausanne), Vicenç M<sup>a</sup> Rosselló (Universitat de València), Elias Symeonakis (Manchester Metropolitan University), Fernando Vera Rebollo (Universidad de Alicante), Francesco Visentin (Università Ca' Foscari).

## REDACCIÓN Y EDICIÓN

Departament de Geografia, Facultat de Geografia i Història.

Avda. Blasco Ibáñez, 28, 46010 València. Tel.: (34) 96 3864237

## SITIO WEB Y ENVÍO DE ORIGINALES

<https://ojs.uv.es/index.php/CGUV>

ISSN: 0210-086X

Depósito Legal: V-2.147 – 1960



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.

---

Maquetación: Letras y Píxeles

Impresión: 315 Gramos Laboratorio Gráfico





## ÍNDICE

David de la Osada Saurí y Claudia Ribero de Almeida <i>Viviendas turísticas y transformaciones demográficas: un estudio sobre el turismo masivo en el Algarve</i> .....	7
Belén Moretto, Jorge O. Gentili y Alicia M. Campo <i>El relieve como un factor de la peligrosidad de inundación en la cuenca alta del arroyo Sauce Corto (Buenos Aires, Argentina)</i> .....	33
Yaya Maiga <i>Market gardening exploitations in the lowland of sourgou-center: between variability in farming practices, land precarity, spatial-environmental inequalities, and producers' adaptation strategies</i> .....	57
Faïcel Tout <i>Assessing urban vulnerability to flood risk. A case study in Batna City, in northeast Algeria</i> .....	81
RESEÑAS	
Sheila Álvarez López <i>Geopolítica del Ártico. La amenaza del cambio climático</i> .....	97



DAVID DE LA OSADA SAURÍ<sup>a</sup>  
CLAUDIA RIBERO DE ALMEIDA<sup>b</sup>

## VIVIENDAS TURÍSTICAS Y TRANSFORMACIONES DEMOGRÁFICAS: UN ESTUDIO SOBRE EL TURISMO MASIVO EN EL ALGARVE

### RESUMEN

El presente artículo se enmarca dentro de las crecientes investigaciones del turismo en general y de las viviendas turísticas en particular. Tiene la hipótesis de que el turismo actual sigue la lógica del urbanismo de las décadas anteriores y, así mismo, es una manera de aprovechar el excedente residencial. Y contiene los objetivos de detectar y delimitar las zonas de oferta turística, así como analizar un primer esbozo de sus impactos en la demografía.

Para ello se ha utilizado una metodología basada en el cálculo de la clusterización de elementos turísticos con operaciones generales como Moran's o Getis Ord  $G_i^*$  y una evaluación multicriterio propia en una región de turismo de primer nivel y con oferta diversificada como El Algarve. Posteriormente, se comprueba cartográficamente el análisis del crecimiento y cambio de usos del suelo y los impactos por *freguesia*, escala administrativa más pequeña de Portugal.

Los resultados muestran una dependencia del aeropuerto y de las infraestructuras crecidas en periodos anteriores, una diferencia entre el oeste de sol y playa y el este con un turismo más urbano-cultural, y, sobre todo, la importancia de decisiones en los cambios de usos del suelo que han determinado estos espacios. Por último, se ha demostrado la importancia de las viviendas turísticas en el turismo y cómo estas están alejando poblaciones de jóvenes e inmigrantes en edad de trabajar de las zonas de mayor oferta de alojamiento local.

**PALABRAS CLAVE:** turismo; urbanismo; demografía; turistificación; SIG; Algarve.

---

a Departamento de Geografía, Universitat de València. Avda. Blasco Ibáñez, 28. 46010 València. david.osada@uv.es. <https://orcid.org/0000-0002-3618-7773>

b School of Management, Hospitality and Tourism, University of the Algarve. Campus da Penha, 8005-329 Faro. calmeida@ualg.pt. <https://orcid.org/0000-0002-0790-3152>

Fecha de recepción: 26-02-2023. Fecha de aceptación: 18-12-2023.

## TOURIST HOUSES AND DEMOGRAPHIC CHANGE: A STUDY OF MASS TOURISM IN THE ALGARVE

### ABSTRACT

This article is part of a growing body of research on tourism in general and its insertion in tourist housing in particular. It hypothesises that tourism today follows the logic of the urbanism of previous decades and, likewise, is a way of taking advantage of the residential surplus. And it contains the objectives of seeing a method through the offer of detecting and delimiting the zones, as well as analysing a first outline of their impact on demography.

For this purpose, a methodology based on the calculation of the clustering of tourist elements with general operations such as Moran's or Getis Ord  $G_i^*$  and a multi-criteria evaluation based on a first level tourism region with a diversified offer such as the Algarve has been transferred. Subsequently, the analysis of growth and land use change and impacts by parish, the smallest scale in Portugal, is checked cartographically.

The results show a dependence on the airport and the infrastructures that have grown in previous episodes, a difference between the sun and beach west and an east with a more urban-cultural tourism, and, above all, the importance of decisions on land changes that have determined the spaces. Finally, it has been shown how tourist housing is of vital importance in tourism and how it is taking young people and immigrants with a tendency to work away from the areas with the greatest supply of local accommodation.

**KEYWORDS:** Tourism; Urbanism; Demography; Tourism; GIS; Algarve.

### INTRODUCCIÓN

El turismo se encuentra en una época dorada. Actualmente es el modo de ocio preferente según figura en diversos estudios (Aramberri, 2011; Díaz-Pérez, 2012; Sequera, 2020), pese a todas las crisis e impactos que le han afectado (11-M, crisis económica de 2007 o la pasada pandemia de la COVID-19). Es un sector que sigue al alza y con cada vez mayor importancia en el producto interior bruto de los países occidentales, sobre todo del sur de Europa (Bugalski, 2020). De hecho, en 2022 y 2023, a pesar de los temidos cambios en tiempos de pandemia (Escudero-Gómez, 2021; Kruithof, 2020; López-Palomeque et al., 2022), las cifras globales turísticas se acercaron a las de 2019 (UNWTO, 2023).

Su expansión se debe a distintos motivos vinculados a la definición de sociedad posmoderna (Martínez, 2003). En primer lugar, se trata de una sociedad en la cual se establece una correlación entre el incremento en la frecuencia de viajes, y un supuesto enriquecimiento cultural proporcional (Aramberri, 2011). En segundo lugar, el abaratamiento de transportes que ha aumentado el número de desplazamientos hacia un mayor número de destinos, en particular aquellos comprendidos en un radio máximo de dos horas. En tercer lugar, el desarrollo de plataformas en línea que han modificado el marco turístico (Iglesias-Sánchez et al., 2020). Entre ellas, destacan las plataformas de alojamiento, con enorme impacto en las ciudades turísticas (Cañada & Izcara, 2021; Egresi, 2018; Mansilla & Milano, 2018).

El uso de espacios residenciales como alojamiento turístico no constituye, en sí mismo, una innovación. Sí lo es el uso de las nuevas herramientas digitales, que han facilitado su inclusión en el mercado, poniendo a disposición global miles de habitaciones y de apartamentos completos en alquiler de corta duración con fines turísticos. Entre estas plataformas destaca la empresa Airbnb, aunque hay otras como Vrbo, InterHome o Homerez. Tanto es su impacto que ha provocado un incremento de la oferta alojativa, convirtiéndose en uno de los motivos principales de la masificación de los espacios turísticos (López-Palomeque et al., 2022; Hermi, 2019).

La masificación turística u “*Overtourism*” ha creado problemas de sostenibilidad de toda índole: económica, ambiental y del propio turismo, ya que el turista busca cada vez más distanciarse de esta (Bugalski, 2020; De la Calle, 2019; Egresi, 2018). Una de las consecuencias más importantes es la aceleración de un proceso de gentrificación que se ha adjetivado con la palabra “turística”, ya que muestra diferencias con la acepción clásica acuñada por Glass en el siglo xx. Estas distinciones se resumen en que no hay cambio concreto de clase social, pues afecta a todos los niveles económicos. Tampoco hay un relevo poblacional, ya que los nuevos inquilinos son residentes temporales (vacaciones o estancias cortas) (Brossat, 2018).

La gentrificación turística comparte con la definición clásica, además del desplazamiento de la población, el motivo económico principal, conocido como *rent gap* o rentabilidad. En terminología marxista se define como la plusvalía extraída de la compra, rehabilitación y puesta en mercado de la vivienda (Slater, 2017; Wachsmuth & Weisler, 2018). En la gentrificación turística esta deriva del precio de mercado que tiene una vivienda cuando se ofrece en un alquiler de corta estancia, el cual es muy superior al alquiler residencial y pudiendo llegar en algunos casos a multiplicarse por cuatro al alquiler tradicional (Gil & Sequera, 2018). Esta enorme rentabilidad explica que grandes fondos de inversión internacionales participen en el negocio, transformándose la economía colaborativa en un capitalismo de plataforma (De la Calle, 2019; Hernández-Pezzi, 2017). Al tener la residencia un carácter turístico, uno de los motivos para aumentar su rentabilidad es la localización y cercanía a los espacios predominantemente turísticos, entre los que destacan las primeras líneas de playa y los centros de las ciudades (Chamusca et al., 2019).

Existen diferentes estudios sobre la masificación turística en las ciudades y las regiones. En muchos de ellos se concluye que se necesita una detección y una gestión del turismo para poder aprovechar todas sus ventajas y paliar sus desventajas (Fletcher, et al., 2021; López-Palomeque et al., 2022; Méndez, 2019; Quero, 2017; Rodríguez-Díaz & Luque-Rey, 2020). Este asunto ha superado el ámbito académico para convertirse en un tema social presente en muchas esferas de comunicación.

El presente artículo presenta la hipótesis siguiente: la presión turística actual experimenta un notable incremento, en gran medida, debido a la presencia de viviendas turísticas. La proliferación de estas residencias turísticas se atribuye a las políticas urbanísticas adoptadas en décadas previas. Este fenómeno se gestó, por un lado, mediante el estímulo de atractivos turísticos y el significativo aumento de desarrollos residenciales, y, por otro lado, mediante la desindustrialización y la eliminación de otros sectores de actividad. El considerable éxito de estas viviendas turísticas ha tenido consecuencias sociodemográficas que se aproximan a la generación de procesos de gentrificación.

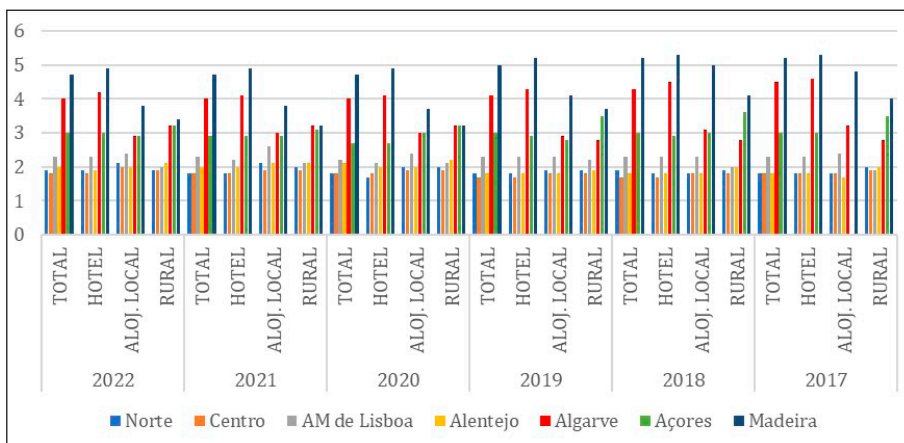
Para contrastar esta hipótesis, se ha seleccionado un área de estudio: El Algarve, región localizada en el sur de Portugal.

Los objetivos, por tanto, son: localizar la masificación turística mediante cálculo de clústeres y una evaluación multicriterio; analizar los cambios de usos de suelo producidos en cada municipio y analizar las variaciones demográficas de la última década que pueden estar motivados por el incremento del turismo y de las viviendas turísticas. Finalmente, analizar la relación entre las viviendas turísticas y los resultados de las diferentes operaciones. En sí mismo, es la aplicación de una metodología de trabajo para detectar no solo la presión turística sino su procedencia y consecuencias.

### ÁREA DE ESTUDIO. LA REGIÓN DE EL ALGARVE

La región de El Algarve lideró el turismo de Portugal en 2022 con 19.112.110 pernотaciones, superada solo en los meses fríos (enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre) por el Área Metropolitana de Lisboa. Durante el resto del año fue la región turística más destacada, especialmente en agosto, con 11.000 pernотaciones más que su seguidor (INE PT, 2022). Esta región también ofrece la mayor variedad de alojamientos, tanto convencionales como en plataformas (INE PT, 2022). La estancia media (figura 1) es de 4 días, con diferencias según tipología de alojamiento. Su evolución señala un descenso prolongado en el último lustro. En el país luso solo la región de Madeira tiene una estancia superior y El Algarve es perseguida por el archipiélago de las Açores. Que ambas sean islas señala un factor determinante en una mayor durabilidad del viaje por la limitación de movilidad. Por último, se debe señalar que El Algarve multiplica su población por diez en los meses estivales frente a los de invierno (Vazet al., 2011).

Figura 1. Estancia media de pernотación de un turista en Portugal



Fuente: Elaboración propia a partir de INE Portugal (PT, 2022)

La tipología de turismo principal en la región es el clásico de “sol y playa”. No obstante, la mayoría de sus *concelhos* (13 de 16) son costeros; de igual modo ocurre en las *freguesias*, como se observa en la figura 2. Por ello, se ha promovido este tipo de turismo desde las primeras leyes y planes turísticos de Portugal en los años sesenta (Almeida-García, 2012; Mendes et al., 2011; Reimão Costa & Batista, 2012). Una de las primeras medidas fue solucionar el problema de conectividad exterior que presentaba la región (Pimentel & Santos, 2019) con la construcción en 1965 del aeropuerto de Faro, lo que le permitía competir con el resto de las playas del sur de Europa (Almeida-García, 2012).

Figura 2. Localización de las *freguesias* de El Algarve



Fuente: Agência para a Modernização Administrativa.

La legislación y planificación urbanística fomentaron un urbanismo expansivo que tuvo cierto equilibrio entre las *freguesias* litorales e interiores hasta la década de 1990 cuando la descompensación litoral-interior crecía en favor de la costa (Vaz et al. 2011).

En los años sesenta, la construcción del aeropuerto fue el origen del turismo y un desarrollo urbano residencial en la región. El cambio de vuelos chárter a los vuelos *low cost* en el aeropuerto de Faro, pionero en este tipo de operaciones, incrementó significativamente la llegada de vuelos, facilitando el turismo residencial procedente del norte de Europa. En la actualidad, estas aerolíneas son responsables

de la llegada de aproximadamente al 75 % de los turistas de la región (Costa & Ribeiro de Almeida, 2011, 2015; Perna & Custódio, 2008; Ribeiro de Almeida & Costa, 2014).

El turismo constituye actualmente el principal motor económico de la región, adquiriendo mayor relevancia tras la crisis financiera de 2007 (Costa & Ribeiro de Almeida, 2015). Dado que el turismo estacional, durante los meses de verano, resultaba insuficiente a principios del siglo, se implementó una estrategia de *branding* para la región con el objetivo de ampliar la temporada. La estrategia, denominada “Allgarve”, utiliza un juego de palabras que modifica el sufijo árabe por uno anglosajón, sugiriendo así apertura a diversos tipos de turistas y modalidades turísticas. A este nombre se asocia un eslogan que destaca la noción de “experiencia” (Mendes et al., 2011) reflejando el paradigma del turismo actual (D’Eramo, 2020; Rifkin, 2000). Esta estrategia se respaldó con una sólida presencia en redes sociales (Iglesias-Sánchez et al., 2020).

La estrategia consistió en una explotación de los recursos históricos, culturales y arquitectónicos que acompañen al “*golf sun & fun*” (que fusiona el ocio característico del turismo litoral con la práctica del golf), al turismo paisajístico y al de sol y playa. Aumentan, por tanto, los espacios de turismo de negocios, deportivos y el turismo cultural. El objetivo era aumentar el turismo y los turistas reduciendo la brecha entre invierno y verano (Mendes et al., 2011).

Esta política de diversificación de productos y expansión de la marca viene apoyada por el gobierno central, pues desde los años noventa el país tiene como objetivo posicionarse en el mercado internacional mediante eventos, como la Eurocopa de 2004, para la que se construyó el estadio de El Algarve en el llamado “Parque das Cidades”. Sin embargo, este evento tuvo lugar en verano, por lo que no supuso mejoras económicas significativas, ni ayudó a la deseada desestacionalización (Perna & Custódio, 2008).

La población local percibe este maremágnum de oferta turística e incremento del turismo como una fuente económica generadora de empleo y una oferta cultural enriquecedora. Sin embargo, simultáneamente, se perciben elementos negativos como: la precariedad laboral, la influencia cultural en ocasiones demasiado ajena y/o centrada en la promoción de consumo de alcohol, y un impacto negativo en el patrimonio y el entorno natural (Pimentel & Santos, 2019; Roberts et al., 2022). En la ciudad de Faro se suma una preocupación sobre el impacto del turismo en el nivel de vida para la población local (Roberts et al., 2022).

En definitiva, estamos ante una región todavía en proceso de crecimiento del turismo. Es deseable aumentar los estudios que delimiten y muestren sus causas y consecuencias, para, de este modo, gestionar el turismo y urbanismo futuro de una manera sostenible, buscando mejorar la calidad de vida de sus vecinos.

## METODOLOGÍA

Para abordar la hipótesis y los objetivos de este artículo, se ha seguido una metodología que analiza la situación, las causas y las consecuencias de la masificación en El Algarve. Examina la interrelación entre el turismo contemporáneo, el urbanismo de las últimas décadas y los movimientos demográficos.



La primera fase consiste en recopilar la información pertinente y asociarla a un SIG. Esta información se ha obtenido de manera geolocalizada o a nivel de *freguesia*, la unidad administrativa más pequeña que divide los *concelhos* (tabla 1). Aquella información que solo se ha podido obtener asociada a polígonos (campos de golf y parques naturales) se procesó mediante la extracción de puntos de referencia. De la misma manera, la división de la línea de costa se ha realizado cada 6 km. Esta división corresponde a que la distancia típica recorrida por un turista en un día es de dos horas a pie. Toda esta información de los elementos de turismo corresponde al mes de noviembre de 2022, solo las fotografías corresponden al mes de agosto de 2022.

Tabla 1. Fuentes de información

Información	Web de referencia
Localización y número de alojamiento tradicional	<a href="https://dadosabertos.turismodeportugal.pt/datasets/turismoportugal::empreendimentos-turisticos-existentis/explore?location=44.359367%2C-7.857300%2C5.99&amp;showTable=true">https://dadosabertos.turismodeportugal.pt/datasets/turismoportugal::empreendimentos-turisticos-existentis/explore?location=44.359367%2C-7.857300%2C5.99&amp;showTable=true</a>
Localización y número de viviendas turísticas	<a href="https://dadosabertos.turismodeportugal.pt/datasets/turismoportugal::estabelecimentos-de-al/explore?location=18.690608%2C-8.448950%2C4.53&amp;showTable=true">https://dadosabertos.turismodeportugal.pt/datasets/turismoportugal::estabelecimentos-de-al/explore?location=18.690608%2C-8.448950%2C4.53&amp;showTable=true</a>
Localización y número de museos	<a href="http://www.cultalg.pt/">http://www.cultalg.pt/</a>
Localización y número de <i>património imóvel</i>	<a href="http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP_PagesUser/SIPASearch.aspx?id=0c69a68c-2a18-4788-9300-11ff2619a4d2">http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP_PagesUser/SIPASearch.aspx?id=0c69a68c-2a18-4788-9300-11ff2619a4d2</a>
Localización y número de campos de golf	<a href="https://www.visitalgarve.pt/es/equipamentos-listagem.aspx?cat=293">https://www.visitalgarve.pt/es/equipamentos-listagem.aspx?cat=293</a>
Localización y número de espacios de congresos	<a href="https://www.visitalgarve.pt/es/menu/115/congresos-y-reuniones.aspx">https://www.visitalgarve.pt/es/menu/115/congresos-y-reuniones.aspx</a>
Localización y número de fotografías	<a href="https://www.flickr.com/services/api/">https://www.flickr.com/services/api/</a>
Usos del suelo - CLC	<a href="https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover">https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover</a>
Censo de información demográfica	<a href="https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine_main&amp;xpid=INE">https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine_main&amp;xpid=INE</a>

Respecto a la información de Corinne Land Cover (CLC), se debe destacar sus características metodológicas: una precisión a escala 1:100.000, con una unidad mínima de mapeo de 25 ha en cuadrados de  $5 \times 5$  mm o circunferencias con 2,8 mm de radio. Los elementos lineales deben tener una dimensión de 100 m, o mayor, para ser detectados por CLC. En la presente metodología se han considerado los archivos titulados *Change*, que registran los cambios entre periodos. Se omiten en este artículo los usos del suelo no urbanos y el código 133, correspondiente a “Obras”, al no representar ninguna información relevante. Se ha llevado a cabo una breve fotointerpretación de los usos con el propósito de determinar con precisión la naturaleza del nuevo elemento construido, como, por ejemplo, identificar dentro del código 142, área recreativa, cuáles corresponden a campos de golf o parques acuáticos, entre otros.

Toda esta información se ha trabajado con el programa SIG (sistemas de información geográfica) Arcgis 10.8.

Los pasos seguidos en la metodología propuesta son los pasos siguientes:

1) Primero, se ha investigado la ubicación y el nivel de concentración o clúster de la oferta turística en las diversas *freguesias* de la región. Se han empleado diversos cálculos con la finalidad de determinar la recurrencia de territorios, a saber:

- Cluster and Outlier Analysis (Anselin Local Moran's I): nos indica si hay clúster o valor atípico. Un valor positivo de I de Moran's indica que las *freguesias* vecinas tienen atributos similares (tanto altos o bajos). Mientras que si tienen valores diferentes es un valor atípico. Los resultados se muestran señalando el nivel de clúster en "High" y "Low". Estos siempre aparecen en un doble formulación, primero, indican su agrupación en referencia a los datos generales de la región, y la segunda vez explica la relación con las *freguesias* vecinas.
- Análisis de punto caliente ( $G_i^*$  de Getis-Ord): este se describe mediante unos puntos calientes y fríos asignados a cada *freguesia* con unos porcentajes de confianza, que rechazan la aleatoriedad, que se sitúan en los intervalos del 90, 95 y 99 %. Estos como el cálculo anterior su resultado depende tanto de sus números como estos relacionados con las *freguesias* vecinas.
- Análisis de puntos calientes optimizado: usa el mismo método que el anterior, pero aplica la corrección *False Discovery Rate* (FDR). Mediante esta corrección se reducen los números críticos y la influencia respecto de la *freguesia* vecina.

Estos cálculos de autocorrelación espacial sirven para identificar patrones de agrupación o dispersión espacial. Los tres anteriores cálculos comparten el concepto de utilizar un resultado  $Z$  estandarizado para evaluar la significancia estadística, ya que muestra la desviación estándar que indica que si es alto puede haber relación con la  $P$ . La  $P$ , por otro lado, es la probabilidad de la aleatoriedad del elemento estudiado. Con estos dos cálculos se pueden dar las siguientes respuestas:

- Si  $P$  es estadísticamente significativo con resultados mayores que 0,05 implica que la aleatoriedad es una realidad y el valor de  $Z$  carece de relevancia.
- En situaciones donde tanto  $P$  como  $Z$  son positivos, indica la presencia de un clúster significativamente alto.
- Por el contrario, cuando  $P$  y  $Z$  son negativos, se sugiere la existencia de un clúster, aunque con una magnitud relativamente baja.

2) Tras delimitar los espacios mediante cálculos de clúster, se llevó a cabo una evaluación multicriterio con el objetivo de valorar de manera diferente los elementos de turismo, ya que se entiende que

no todos pueden tener el mismo valor e interfieren en el nivel. Por lo que se han jerarquizado en un ráster<sup>1</sup> de la siguiente manera:

- 40 % para fotografías que indican movimiento turístico,
- 20 % para lugares de interés como museos y monumentos,
- y el 40 % restante para alojamientos, con fluctuaciones en función de su cercanía a atracciones particulares que abarca distancias entre 3 y 6 km, distancia que recorre de media un turista andando. En esta distribución, se asigna un 25 % a los alojamientos que representan más del 3 % de la oferta analizada en menos de 3 km, un 10 % para aquellos que lo hacen en un radio de 6 km, y un 5 % para el resto.

Posteriormente se aplica la metodología anterior mediante la calculadora de álgebra en formato ráster.

3) Acto seguido, se han querido mostrar los cambios demográficos relacionándolos con el turismo y las viviendas turísticas, para ello, se han realizado diversas tasas demográficas que muestran los cambios acontecidos durante el periodo de intensificación del turismo. Las fechas escogidas han sido 2011 y 2021, pues son los únicos datos a nivel de *freguesia* disponibles en el INE portugués.

Las tasas que se han elegido son:

- Tasa de crecimiento de población  $(\text{Población de 2021} - \text{Población de 2011}) / \text{población de 2011} \times 100$ . Inicialmente, las áreas con mayor número de viviendas turísticas son identificadas como zonas en despoblamiento, por el uso turístico del residencial (Chamusca et al., 2019).
- Tasa de envejecimiento  $(\text{Población mayor de 65 años} / \text{Población total}) \times 100$ . Y tasa de juventud  $(\text{Población menor de 15 años} / \text{Población total}) \times 100$ . Las zonas gentrificadas tienden a mostrar un envejecimiento, influenciado, entre otros factores, por la dinámica de los precios de la vivienda. (Barrero Rescalvo & Jover Báez, 2020).
- Tasa de extranjería  $(\text{Población extranjera} / \text{Población total}) \times 100$ . Y, la tasa de extranjería de países caracterizados predominantemente por motivos laborales  $(\text{Población extranjera de países de inmigración típica laboral} / \text{Población total}) \times 100$ . Se han escogido los países y zonas de: Bulgaria, Hungría, Polonia, Rumanía, Ucrania, África, Argentina, Brasil, Venezuela, otros americanos (no incluye ni EE. UU. ni Canadá) y Asia. Por último, la inmigración y su presencia en los espacios de turismo tiene dos movimientos, desaparición de los laborales y mayor presencia de aquellos con mayor renta conocidos como transnacionales, los primeros suelen ser expulsados, mientras que los segundos suelen ser agentes gentrificadores (Anguelovski et al., 2022; López-Gay et al., 2021).

---

<sup>1</sup> Un archivo ráster es un formato de representación utilizado en los SIG para representar datos cartográficos, consiste en que se utiliza una cuadrícula de píxeles para describir la información geoespacial. Este a veces no permite su uso para algunas operaciones como la aquí recogida.

En última instancia se debe señalar que todos los ítems han sido comparados mediante dos métodos:

- i. Por análisis geográfico de coincidencia de resultados y procesos. Es decir, la coincidencia geográfica de que se observen unos mismos procesos y resultados denota cierta relación entre ellos.
- ii. Mediante el cálculo de “Relaciones bivariantes locales” de las viviendas turísticas y el cálculo de análisis de punto caliente ( $G_i^*$  de Getis-Ord), pues la multivariante se realiza mediante formato ráster y no es posible. Este ha sido realizado mediante la herramienta SIG ArcGIS Pro 3.1.0.

Este último es un cálculo que consiste en la evaluación de asociaciones espaciales de dos variables, una dependiente y otra explicativa, localizadas en un territorio específico. Destaca aquellas áreas que presentan cambios significativos con los siguientes resultados:

- Lineal positiva: la variable dependiente aumenta linealmente junto con la explicativa.
- Lineal negativa: la variable dependiente disminuye la linealmente junto con la explicativa.
- Cóncava: si aumenta la variable explicativa, la dependiente aumenta de manera excavada.
- Convexa: en este caso la dependiente tiene un cambio de curva explanada.
- Sin definir: se encuentran ambas variables relacionadas, pero no es la única determinante.

## RESULTADOS

### *Concentración de la oferta*

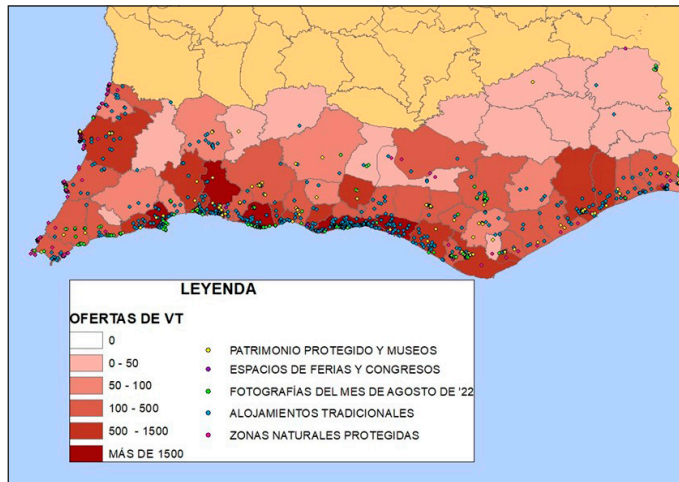
Con tan solo una breve exposición de la oferta turística y de las fotografías registradas en Flickr, figura 3, se comprueba que existe una litoralización y unos espacios que acumulan oferta por encima del resto. También hay una relación entre fotografías y espacios litorales, con la excepción de la margen derecha de la ribera del río Guadiana, que presenta un alto número de fotografías incluso a su paso por el interior de la región. Dentro de los espacios litorales, son aquellas *freguesias* con mayor número de viviendas turísticas las que mayor número de fotografías reciben.

Así se refleja en los cálculos clúster (figuras 4 y 5) que coinciden en los mismos espacios vistos en el anterior mapa (figura 3). De este modo, la mayoría de los clústeres se encuentran en *freguesias* litorales entre Portimão y el aeropuerto de Faro, así como en su cornisa atlántica. Solo la *freguesia* de Conceição e Cabanas de Tavira localizada en el este es reconocida como destacada en dos de los tres cálculos realizados.

El análisis de Moran's identifica *freguesias* categorizadas como *High-High* (H-H) en zonas litorales, pero en primera línea solo se encuentran las *freguesias* de Almancil y Quarteira. En segunda línea, se observan dos espacios, uno al oeste con Silves, Estômbar e Parchal, Alcantarilha e Pêra y Mexilhoeira Grande; y otro en el centro en *freguesias* como Ferreiras, São Clemente, São Sebastião, Boliqueime y Paderne. En el margen este solo Conceição e Cabanas de Tavira es considerado como H-H; esta *freguesia* sí tiene contacto con el litoral, pero es un *concelho* y una *freguesia* con un turismo cultural-urbano (Carvalho, Ferreira, & Figueira, 2016).

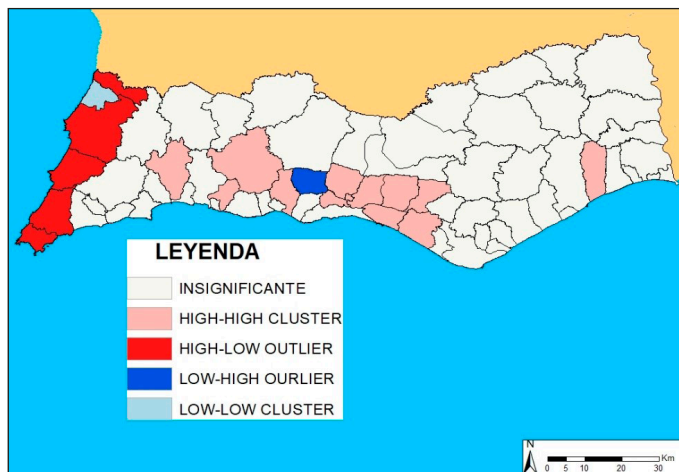
Las *freguesias* reconocidas como *High-Low* (H-L) se localizan en la costa atlántica como Sagres, Vila do Bispo e Raposeira, Bordeira, Odeceixe y Aljezur. La excepción es Rogil considerada *Low-Low* (L-L). Por otra parte, Algoz e Tunes se considera como *Low-High* (L-H).

Figura 3. Oferta de turismo y fotografías en agosto de 2022



Fuente: Elaboración propia.

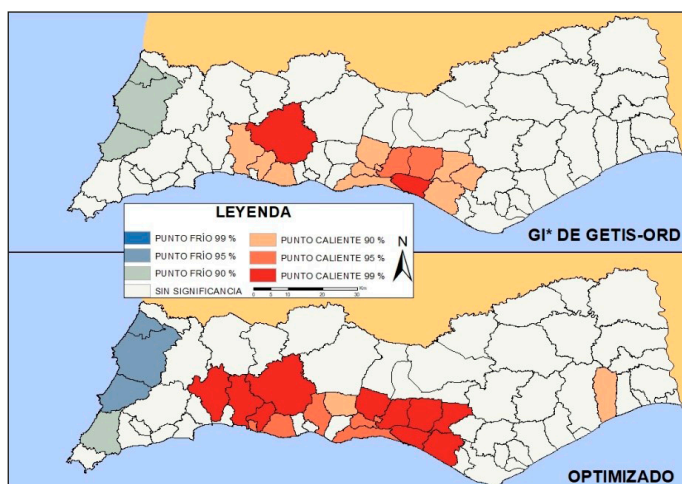
Figura 4. Cálculo de Moran's



Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, el análisis de puntos calientes de  $G_i^*$  de Getis-Ord señala un mayor número de *freguesias* litorales señaladas como punto caliente, aunque en su mayoría con un intervalo de confianza del 95 %. Aquellas que muestran un 99 % son coincidentes con las anteriores H-H (Silves, Estômbar e Parchal, Alcantarilha e Pêra, Mexilhoeira Grande, Ferreiras, São Clemente, São Sebastião, Boliqueime, Paderne, más las litorales Almancil y Quarteira), a las que se añade Portimão. Con un 95 % se incorporan las *freguesias* de Albufeira e Olhos, Ferragudo, Lagoa e Carvoeira, Alcantarilha e Pêra y como *freguesia* de segunda línea respecto al litoral Ferreiras. Por el contrario, los puntos fríos en todas las *freguesias* se dan en las costas atlánticas, con tres *freguesias* al 95 %, como Aljezur, Bordeira y Rogil (esta última era la única L-L en el cálculo de Moran's) y con un 90 % la *freguesias* de Vila do Bispo e Raposeira.

Figura 5. Cálculo de Hot Spot Getis Ord  $G_i^*$  y optimizado



Fuente: Elaboración propia.

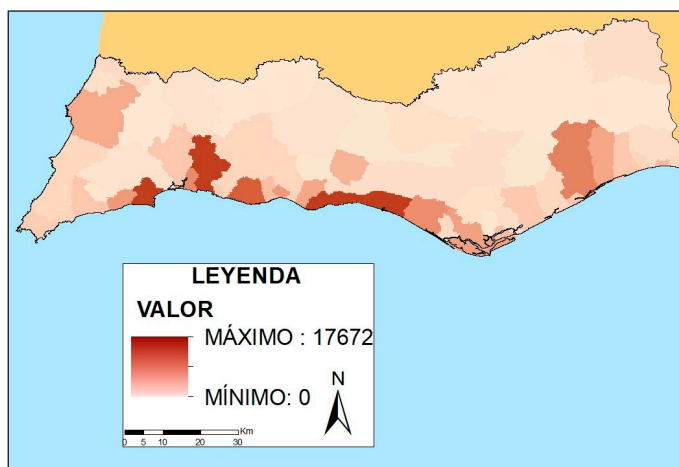
En cuanto al optimizado, el cual aplica el FDR que ha sido descrito en la metodología, no presenta cambios en las jerarquías ni localizaciones de las *freguesias* que se consideran turísticas. De esta manera, los puntos calientes con un 99 % se encuentran dos *freguesias*, una litoral, Quarteira, y otra interior, Silves. Con un 95 % se encuentran las *freguesias* centrales de segunda línea como Bolimeique o Sao Sebastiao. Con un nivel de confianza del 90 % señala dos *freguesias* litorales y las interiores más inmediatas:

- En el oeste con Albufeira e Olhos de Água y en su interior Ferreiras y Paderne.
- En el este la *freguesia* litoral es Almancil y en el interior Santa Barbara de Nexe y Sao Clemente.

En conclusión, los resultados revelan cuatro áreas turísticas: la costa atlántica, que tiene una posición débil, y dos zonas centrales con clústeres altos o medio-altos: alrededor de Silves y otra al oeste del aeropuerto de Faro. Se agrega con un nivel bajo la *freguesia* de Conceição e Cabanas de Tavira en el este.

Sin embargo, al examinar el análisis multivariante (figura 6), se evidencia un cambio sustancial. A pesar de que reconoce las zonas señaladas en los cálculos previos, la diferente ponderación mayor de las fotografías, así como una mayor proximidad entre alojamientos y atractivos turísticos, emergen como elementos distintivos. Debido a esto, la evaluación incluye *freguesias* de ciudades con enfoque en el turismo urbano, como Faro o Tavira. Ambas, en los anteriores cálculos, ostentaban un papel secundario, ya que su oferta numéricamente era más reducida, aunque su importancia se veía reflejada en las tomas fotográficas.

Figura 6. Cálculo de evaluación multicriterio



Fuente: Elaboración propia.

En definitiva, El Algarve presenta distintos niveles de turismo, y se evidencia que las áreas más atractivas son las tradicionales de oferta de sol y playa, que cuenta con equipamientos como los campos de golf y centros de congresos. Destacan: Albufeira e Olhos de Água, Portimão y São Gonçalo de Lagos. Estas *freguesias* crean una influencia a su alrededor que, aunque tienen una importancia menor, es significativa. De este modo, se identifican trece áreas turísticas:

- Vecinas de Albufeira e Olhos de Água: Almancil, Armação de Pêra, Guia, São Clemente, São Sebastião, Paderne y Quarteira.
- Colindantes a Portimão: Alvor, Lagoa e Carvoeiro y Ferragudo.
- Adyacentes a São Gonçalo de Lagos: Luz y Budens.

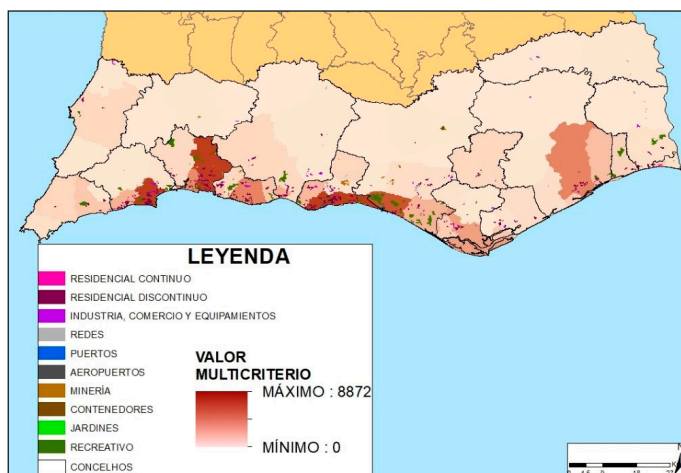
En una proporción más modesta se hallan: la zona de Faro con las *freguesias* Sé e São Pedro, Olhão y Montenegro; y, en la zona este, con Conceição e Cabanas de Tavira, Santa Maria e Santiago y Vila Nova de Cacela. Y en solitario Aljezur.

En síntesis, la actividad turística se concentra en el litoral, mientras que, en el interior de la región, especialmente en el noreste, las *freguesias* carecen casi por completo de oferta y de actividad turística. Adicionalmente, se observa una transición entre el lado oeste y este de la región: en el este, ciudades como Faro, Olhao y Tavira destacan por su turismo urbano y cultural, mientras que en el centro y oeste predomina el turismo de playa y sol. Destacan las *freguesias* más centrales, lo que subraya la importancia de la proximidad al aeropuerto para el turismo (Ribeiro de Almeida & Costa, 2014).

### *El crecimiento urbanístico de El Algarve (1990-2018)*

A continuación, se analiza qué cambios de usos del suelo se han desarrollado para poder ver cuáles han sido las construcciones que han permitido o facilitado esta concentración (figura 7).

Figura 7. Evaluación multicriterio con los cambios de usos urbanos entre 1990 y 2018 según CLC



Fuente: Elaboración propia, a partir de CLC.

Para el residencial, CLC usa dos tipologías: la considerada como residencial continuo urbano (con más de un 80 % de umbral urbano) y la discontinua (menos del 80 % de umbral urbano). En general, el residencial ha sido disperso, de hecho, solo en cuatro ciudades se ve cierto diseño de ensanche de crecimiento coordinado: Faro, Albufeira, Portimão y Lagos.

Durante el periodo 1990-2018, la expansión del área residencial continua, como se observa en las Figuras 7 y 8 tiene un crecimiento bajo, inferior a 70 ha. Este incremento se circunscribe exclusivamente a tres *freguesias* (Faro, Albufeira, Portimão y Lagos), siendo este residencial de Albufeira la única con

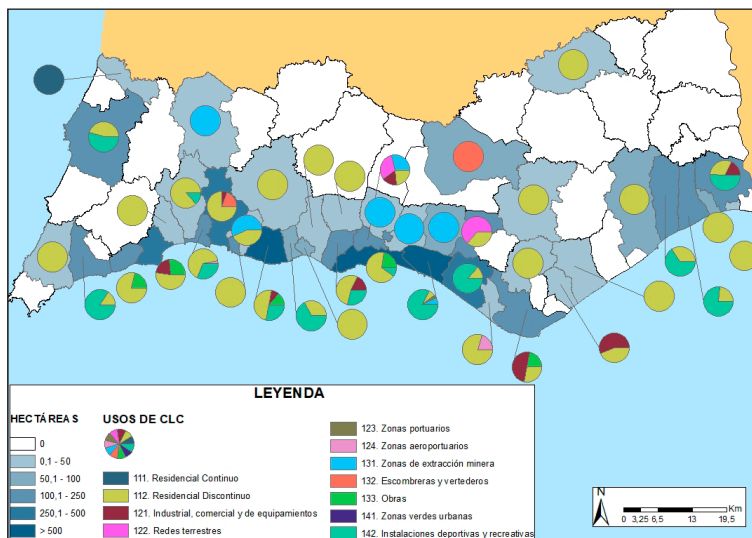


una oferta de vivienda turística, aunque limitada a tan solo 5 ha. Las otras dos *freguesias*, Aljezur y Vila Real de Santo Antonio, a pesar de estar situadas en regiones geográficamente opuestas, comparten la característica de carecer de una concentración turística significativa.

La mayoría de las construcciones residenciales realizadas en las últimas décadas son discontinuas, con un 40 % del total construido en los 28 años de análisis. Estos suelen ser unifamiliares o bloques de pisos no mayores de tres o cuatro alturas, con piscina y zonas verdes. Muchos de ellos crecen en los campos de golf, y van únicas en CLC al código 142 (áreas verdes recreativas). La creación de zona residencial dentro de los campos de golf se considera una ventaja de El Algarve respecto a otros espacios de golf del mundo (Roberts et al., 2022).

En un somero análisis periódico se puede observar cómo tiene un crecimiento mayoritario precrisis, dividido en dos zonas según el espacio temporal. De este modo, entre 1990 y 2000 crece del centro al oeste y de 2000 a 2006 las zonas del centro-este, de hecho, en la etapa posterior con muchas menos hectáreas sigue el crecimiento de esta franja, mientras que en el periodo poscrisis es muy reducido y en zonas interiores. Este incremento urbanístico evidencia una correlación con la actividad turística, ya que se observa un notable crecimiento en la zona occidental durante la primera década, época en la que predominaba el turismo de sol y playa. Posteriormente, se registra un incremento más significativo en la parte oriental de la región, coincidiendo con un desarrollo turístico más enfocado en aspectos urbanos y culturales desde los inicios del siglo XXI.

Figura 8. Incremento de usos urbanos en total y por tipología (%) entre 1990 y 2018 según CLC



Fuente: Elaboración propia, a partir de CLC.

La oferta residencial tiene su influencia en el turismo a partir de su desarrollo o conversión a viviendas turísticas, que, como se ha visto en la introducción y se observa en las figuras anteriores, son un activo importante del nuevo turismo. La primera conclusión es evidente, durante tres décadas ha habido un crecimiento significativo de la concentración residencial en las zonas costeras, y en la actualidad, estas mismas zonas tienen alta presencia de vivienda turística.

Al examinar la totalidad de viviendas disponibles en 2018 y las ofertas turísticas en 2022, se deduce que las viviendas de urbanismo continuo, las cuales se construyeron en su mayoría antes de la década de 1990, concentran una mayor oferta. Este fenómeno se destaca en *freguesias* como Albufeira e Olhos de Água, Sé e São Pedro, Olhão y Monte Gordo e Vilamoura, entre otras. De manera similar, ocurre en las relacionadas con el discontinuo y son aquellas anteriores a 1990 las que mayor oferta concentra.

De igual manera se observa con las construidas de 1990-2018, pues se aprecia una secuencia sistemática, de tal manera, las residencias erigidas entre 1990 y 2000 presentan una mayor oferta que el resto y, al mismo tiempo, el periodo 2000-2006 tiene hoy mayor número de ofertas de viviendas turísticas que el periodo posterior, y así evoluciona siguiendo una pauta temporal. Conviene señalar la existencia de excepciones notables, como Sé e São Pedro en Faro, donde las construcciones entre 2006 y 2012 superan en número a las de 1990 y 2000, o en Albufeira e Olhos de Água, donde la oferta es similar entre 1990 y 2006 y 2012. No se ha identificado un patrón común que explique esta distinción.

La correlación predominante parece originarse en la centralidad del sector turístico y su impacto en el *rent gap* asociado al coste del alojamiento. Este fenómeno se intensifica en áreas con viviendas más degradadas, siendo una inversión más favorable cuando la ubicación es más central.

El uso conglomerado 121, que representa una aglomeración de infraestructuras con orientación laboral (industria, comercio y equipamientos), ha tenido un modesto crecimiento, inferior a ocho hectáreas, lo que resulta una distinción con respecto a otras áreas turísticas en Europa. Pues, a pesar de la tercerización económica generalizada (Sassen, 2015), el resto de zonas turísticas suelen tener cierta industria, pero El Algarve carece de la incorporación de nuevas formas industriales. Mientras que su industria tradicional más destacada, las conserveras de pescado, ha sido abandonada o reutilizada por establecimientos culturales y supermercados. Las escasas hectáreas construidas suelen presentar una combinación de los tres tipos que agrupa CLC en el código 121, destacando el componente comercial. Estas se construyen entre la primera y segunda *freguesia* en relación con la línea costera. Este crecimiento se materializó principalmente antes de 2006, registrándose posteriormente cifras muy reducidas y en espacios interiores.

Respecto a la relación con el turismo de este uso se debe señalar que:

- La industria lo ignora.
- La relación turística con las grandes superficies comerciales es moderada, ya que no se observa una concentración cercana de alojamientos ni un turismo significativo. Dado que requieren ubicarse en áreas densamente pobladas y transitadas, pues necesita de público, no se alejan de los espacios de turismo, ubicándose en la periferia de estos. Por ende, estos lugares complementan la oferta turística, pero no son un atractivo principal.

- Los equipamientos contabilizados por CLC son en su mayoría placas solares que se encuentran alejadas de todo tipo del suelo urbano.

Las infraestructuras de movilidad (en CLC los códigos 122, 123 y 124) son cruciales tanto para la movilidad local como turística. En el periodo analizado, el uso 122 (infraestructuras terrestres) experimentó un crecimiento destacado del 3 %, en contraste con los dos restantes, que no superaron el 1 %.

Así, las carreteras construidas a partir del año 2000, como la IC-27 y la A-22 (Vía de Infante), desempeñan un papel clave en la conectividad regional. La IC-27 es una autopista de alta velocidad que enlaza, por el este y perpendicular a España, el norte de Portugal con El Algarve, afectando a las *freguesias* de Alcoutim y Castro Marim. Simultáneamente, la A-22, que atraviesa El Algarve de este a oeste, incide en las *freguesias* interiores de los *concelhos* litorales. Ambas carreteras, al facilitar la movilidad, contribuyen al desarrollo turístico, especialmente A-22 al promover el turismo en el lado noreste de la región, históricamente menos visitado.

Las zonas portuarias han tenido unos crecimientos muy bajos, con 42 ha repartidas en Loulé entre 1990 y 2000 y en Albufeira entre 2000 y 2006. Su crecimiento ha sido a partir de las construcciones de diversas marinas, cuyo uso anterior era de espacios industriales, y zonas para cruceros. Estos últimos se localizan en Portimão y Albufeira, los cuales no son de gran calado y su uso turístico responde a diversas actividades de ocio: visitas de parajes naturales, conexión de zonas de playa y otras alternativas de ocio.

Finalmente, el uso aeroportuario crece entre 1990 y 2000, tanto en el aeropuerto internacional de Faro como en el aeródromo municipal de Portimão, cuyo uso es para helicópteros o aviones de pequeñas dimensiones para turismo de negocios.

Los usos de minería y de vertederos carecen de relevancia turística, de ahí que su ubicación sea distante de las áreas turísticas. Estos usos han experimentado un declive en los últimos años, debido a la paralización de las minas de materiales de construcción durante la crisis mundial. A pesar de su recuperación reciente para fines de rehabilitación (Reimão Costa & Batista, 2012), su crecimiento fue limitado en *freguesias* específicas como Quarteira, la única litoral, así como en São Sebastião, Boliqueime y Paderne. Respecto al uso de vertederos, su presencia es mínima e interior, no requiriendo mayor atención más allá de la oposición turística local a los residuos asociados al turismo.

Por último, analizaremos los usos verdes urbanos, que en CLC se dividen en jardines (141) y espacios recreativos (142). El primero se refiere a zonas verdes en las ciudades, mientras que el segundo incluye espacios deportivos, parques temáticos, pero también espacios verdes urbanos con equipamientos lúdicos, de ahí que pueda haber algunas confusiones.

El incremento de áreas de jardines urbanos es reducido, menos de 14 hectáreas, y solo en Faro, con el "Parque Ribeirinho". La reducida extensión también indica que, en ocasiones, estos parques no alcanzan las dimensiones mínimas establecidas por CLC, situándose dentro de otra categoría.

En cuanto a los espacios recreativos, aumentaron en más de 3.900 ha, por lo que constituyen el 40 % del total modificado. Las construcciones principales en la categoría 142 en El Algarve incluyen campos de golf, parques acuáticos y eventos deportivos. A excepción del autódromo, estas instalaciones, en su mayoría, se ubican en la primera o segunda *freguesia* respecto al mar. Los campos de golf, muchos de los

cuales tienen instalaciones anteriores a 1990, experimentan ampliaciones en la década siguiente, y se construyen nuevos entre 2000 y 2006, principalmente en el este de la región. Su impacto turístico es significativo, destacándose como un distintivo del turismo algarvio conocido como “*Golf Fun & Sun*” (Perna & Marques, 2013).

En su interior se registran diversos alojamientos turísticos que, al igual que ocurría con el resto del residencial, aquellos alojamientos y campos más antiguos presentan mayor número de ofertas. En este caso, su *rent gap* se consigue por la antigüedad del inmueble, pero también por su cercanía al aeropuerto, como ocurre en los campos más viejos. Por ejemplo: Quinta do Lago, Vale do Lobo en Almancil y Golf Vilamoura Dom Pedro y Vila Sol Golf en Quarteira todos ellos en mismo *concelho*: Loulé; en Pine Cliffs y Balaia Club Golfe en Albufeira e Olhos de Água; y, finalmente, el Vale de Milho en la *freguesia* de Lagoa-Carvoeira.

Otros usos deportivos destacados serían el autódromo (construido en 2008) y el estadio de la Eurocopa de 2004; y los parques acuáticos de Aquashow (1990-2000) y Aquabeach (anterior a 1990). En estos espacios la vivienda turística no es relevante, pues los parques de agua suelen tener su oferta hotelera privada con difícil acceso salvo en vehículo privado. En cuanto al autódromo y el estadio de fútbol, no suelen tener presencia de alojamiento local debido a que, por un lado, son espacios de uso intermitente de eventos esporádicos y, por otro, son instalaciones alejadas de los núcleos urbanos.

En resumen, se ha generado un urbanismo que facilita las viviendas turísticas, principalmente contribuyendo a su crecimiento en las áreas centrales y generando zonas recreativas que incrementan la oferta turística y la saturación, sin desarrollarse alternativas urbanas para explorar nuevos segmentos de mercado.

### *Los cambios demográficos acontecidos (2011-2021)*

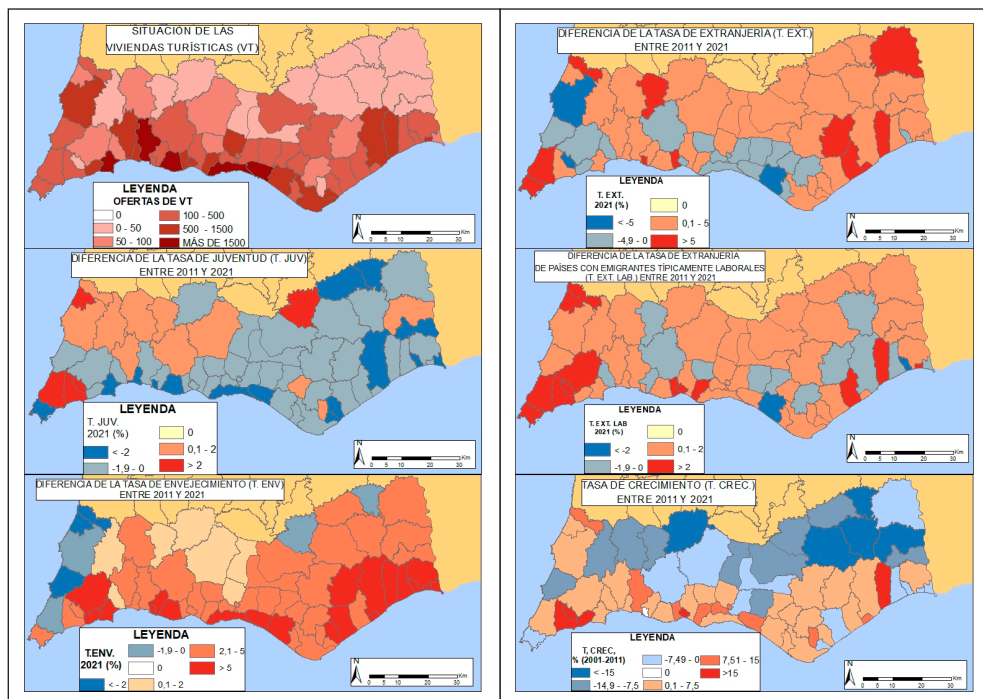
El análisis bibliográfico se ha advertido que la masificación turística en general, y las viviendas turísticas en particular, facilitaban procesos de gentrificación que han derivado por tener su propia variante y definición de gentrificación. Por tanto, se requiere examinar los movimientos poblacionales en las figuras 9 y 10.

La tasa de crecimiento se muestra notablemente superior en las *freguesias* litorales, coincidiendo con las *freguesias* donde se ha detectado un crecimiento urbano y mayor desarrollo turístico. Pese a ello, las *freguesias* con resultados turísticos más destacados en la evaluación multicriterio se sitúan en un segundo nivel (entre 7,5 % y 15 %). Las tasas más elevadas se observan en *freguesias* vecinas de las anteriores; algunos ejemplos son: Conceição e Cabanas de Tavira (la más destacada en términos turísticos en la zona este, aunque de carácter medio de tipología urbano), Budens y Barão de São Miguel, Luz y Armação de Pêra (también con turismo urbano y de nivel medio). En contraste, las áreas interiores, con una oferta turística y un crecimiento urbano bajos cuando no nulos, tienen una pérdida de población destacando el noreste de la región.

Por su lado, la tasa de juventud en 2021 revela números más altos en las *freguesias* litorales, particularmente en aquellas ubicadas en segunda línea respecto al mar, como Ferreiras, Montenegro, Estômbar e Parchal, São Clemente, Quelfes y Pechão, Algez e Tunes y Barão de Sao Miguel. Estos resultados

cruzados con la evaluación multicriterio y la oferta de viviendas turísticas muestran que aquellas con más de 1.500 viviendas tienen una disminución de la tasa de juventud (del 2 %), véase en las *freguesias* Quarteira, Albufeira e Olhos de Água, Lagoa e Carvoeiro y São Gonçalo de Lagos. Portimão es una excepción debido a su gran tamaño y su extenso suelo urbano interior, su resultado es de un 1,41 %. Aquellas que tienen menor número de viviendas turísticas (entre 500 y 1.500) y un resultado de la multicriterio medio-alto también experimentan una reducción en la tasa de juventud, como Sagres, Olhão, Alvor o Ferragudo.

Figuras 9 y 10. Diferentes tasas y las viviendas turísticas



Fuente: Elaboración propia, a partir de Datos Abiertos e INE.

En cambio, la tasa aumenta en áreas donde no hay una masificación turística, en las zonas interiores en el noroeste en *freguesias* litorales como Barão de São Miguel, Budens, Vila do Bispo e Raposeira, o en el interior Rogil (con resultados diferentes en cálculos previos) y Ameixial.

En cuanto a la tasa de envejecimiento, ha aumentado en todas las *freguesias* incluso en las *freguesias* con mayor turismo y viviendas turísticas, como Almancil, Albufeira, Olhos de Água o Guia. Contrariamente a la tasa de juventud, la presencia de alojamientos turísticos no influye significativamente en el envejecimiento demográfico. Es más, tiende a envejecer especialmente en áreas de turismo cultural y

urbano localizadas en el este. Aunque, como ejemplo contrario, en el oeste la *freguesia* de Aljezur tiene un mayor incremento porcentual en la tasa de envejecimiento y cuenta igualmente con la más amplia cantidad de viviendas turísticas en esa área.

Por lo que respecta a la tasa de extranjeros totales en 2021, presentan cifras superiores al 35 % en las *freguesias* del oeste, y en otras alejadas de los centros turísticos prominentes con un nivel de oferta turística media-baja como Luz, Barão de Sao Miguel o Budens. En áreas con una oferta turística significativa y alta presencia de viviendas turísticas, como Albufeira e Olhos de Água, Almancil y Quarteira, Armação de Pêra o Conceição e Cabanas de Tavira, las tasas son medio-altas, aunque han evolucionado en declive respecto a 2011. En otras áreas con un importante flujo turístico, se registra un crecimiento por debajo de la media, como en Portimão o Lagoa e Carvoeiro. Las *freguesias* vecinas reflejan la misma tendencia, tanto litorales (Almancil, Montenegro) como interiores (Boliquiteime). Por el contrario, las tasas aumentan en *freguesias* con menor presencia de viviendas turísticas, localizadas en áreas interiores del oeste o cerca de Conceição e Cabanas de Tavira, que es la única *freguesia* con una fuerte presencia turística y un elevado número de viviendas turísticas en la zona este de la región.

En la tasa de extranjeros procedentes de países típicos de inmigración laboral se observan alteraciones significativas. Aunque el resultado de 2021 es similar a la tasa anterior, con una litoralización y dependencia del turismo, la tasa muestra una mayor resistencia a la presencia de viviendas turísticas en comparación con la precedente. La variación relevante es su evolución, pues su crecimiento más significativo se registra en *freguesias* con oferta turística media y de tipología urbana, como Conceição e Cabanas de Tavira. Aunque se postula que el incremento de precios debido al turismo y los alojamientos turísticos puede disuadir a los extranjeros de clases bajas, la falta de motivos laborales, como se observó en CLC, limita el alejamiento de los inmigrantes laborales de las áreas turísticas.

En estas últimas tasas, es crucial tener en cuenta dos factores: el impacto de la pandemia y el Brexit en cuanto a la inmigración inglesa en esta región que cuenta con un importante turismo residencial.

### *Relación local bivalente*

Finalmente, se ha estudiado la relación de los diversos factores del artículo con la variable explicativa de las viviendas turísticas (figura 11). Mayormente, se observa que todos los factores son significativos de alguna manera, aunque el resultado general es que no es determinante por sí solo.

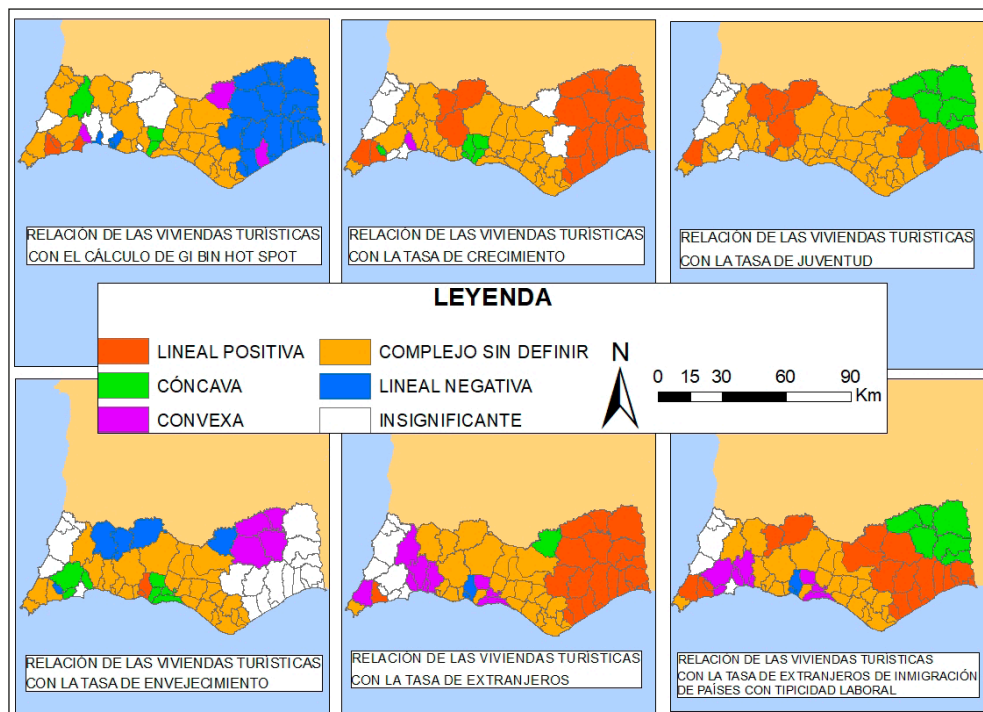
El primer mapa de la figura 11 muestra la relación entre el cálculo de puntos calientes y fríos de  $G_i^*$  de Getis-Ord y las viviendas turísticas. En general, es relevante en todas las áreas, aunque no determinante. Se destaca una relación negativa en el lado este de la región y en las *freguesias* litorales con escasa presencia de este tipo de alojamiento, como Ferragudo, União das Freguesias de Estômbar e Parchal y Alvor. Por el contrario, existe una relación positiva en las *freguesias* que cuentan con fuerte presencia de viviendas turísticas, como São Gonçalo de Lagos, Budens y Barão de São Miguel. Deja como conclusión que la concentración turística se mide con la vivienda turística, pero no es el único factor.

En cuanto a la tasa de crecimiento, se espera que, a mayor presencia de viviendas turísticas, la tasa sea menor y viceversa. Se constata esta premisa en áreas con escaso alojamiento turístico en el este

de la región y *freguesias* con menor oferta como Budens y Vila do Bispo e Raposeira. Sin embargo, la relación es cóncava en áreas con crecimiento más modesto, como Albufeira a Pêra, Armação a Pêra, Guia o Algoz e Tunes. Mientras que en Odiáxere presenta una relación convexa.

En relación con las tasas de edad, se observan relaciones con las viviendas turísticas. La tasa de juventud muestra una relación favorable en municipios con menor oferta turística, como Ferragudo y Estômbar e Parchal. En el este, la relación es cóncava en el litoral, mientras que en el interior es convexa. La tasa de envejecimiento es mayor donde hay menor número de ofertas de viviendas turísticas, excepto en una zona central que comprende Albufeira e Olhos junto con sus *freguesias* vecinas e interiores: Guia, Ferragudo y Algoz, las cuales presentan una relación cóncava. Existe una relación positiva en Armação de Pêra y Alcantarilha e Pêra, *freguesias* de inmigración transnacional jubilada.

Figura 11. Cálculo de relación bivalente local entre las viviendas turísticas y el resto de cálculos



Fuente: Elaboración propia, a partir de CLC.

Para concluir, veremos la relación con los cambios en la inmigración. Se observa similitud en ambas tasas y los resultados zonales. De este modo, donde no hay una cantidad significativa de oferta turística, especialmente en la zona noroeste, no hay una relación positiva e incluso es cóncava. También en ambas



tasas, pero con mayores descensos en la tasa de inmigración laboral, se observa una relación negativa y convexa en *freguesias* señaladas anteriormente que tenían mayor inmigración residencial.

De este modo, las conclusiones parecen afirmativas, aunque no determinantes, ya que en gran parte de las relaciones son incompletas y no son tan determinantes como podría pensarse.

### CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN

En el transcurso del presente artículo se han ido cumpliendo los objetivos que confirman la hipótesis, pese a que esta se debería investigar con mayor profundidad. Se ha observado un crecimiento urbanístico superior, especialmente de carácter recreativo y residencial discontinuo, en las *freguesias* de mayor concentración de oferta turística. Estos desarrollos han posibilitado la desocupación de los centros de estas *freguesias* o de los *concelhos* a los que pertenece para, de esta forma, favorecer la expansión de viviendas turísticas. El resto de los usos de suelo se ha evidenciado que son un buen acicate para su desarrollo, ya que han prevalecido usos de conectividad exterior, recreativos en marinas y puertos o la prevalencia de desarrollos lúdico-festivos como los campos de golf.

Además, se ha identificado una disparidad entre la parte oeste y este, siendo la primera la de mayor concentración de oferta turística, especialmente en su zona central, mientras que la este exhibe una menor concentración, con un aumento en las *freguesias* de los *concelhos* de Faro y Tavira.

Estas transformaciones urbanísticas y la concentración de elementos de turismo han provocado cambios demográficos que muestran cierta gentrificación turística. Que la mayor tasa de crecimiento se muestre en espacios litorales con una concentración turística media-alta se debe probablemente a la falta de oportunidades en otros espacios, como se ha visto en el análisis de los usos del suelo. Así lo muestra la tasa de juventud; en esta se observa cómo las *freguesias* interiores vecinas de aquellas más turísticas tienen tasas más altas. La tasa de envejecimiento evidencia unas zonas interiores envejecidas, mientras que la tendencia en los espacios litorales es al rejuvenecimiento. En cuanto a la nacionalidad, se observa cómo los extranjeros prefieren cada vez más otras zonas. Sin embargo, los migrantes laborales residen en *freguesias* turísticas, posiblemente debido a la necesidad de aprovechar las oportunidades laborales disponibles, ante la falta de otros sectores económicos.

En definitiva, la investigación proporciona indicios de una relación entre el urbanismo de las últimas tres décadas, el crecimiento de las viviendas turísticas, como elemento aglutinador de concentración turística, y las consecuencias demográficas del turismo masivo en la región de El Algarve. Además, aporta una metodología para identificar la presión turística y ayuda a entender el urbanismo como causa y la demografía como consecuencia.

Considerando una cierta percepción negativa de los residentes hacia el turismo masivo y sus implicaciones económica (Pimentel & Santos, 2019; Roberts et al., 2022), parece necesario que El Algarve busque una redistribución territorial de la oferta más amplia, desestacionalización y el fomento del desarrollo de sectores económicos complementarios.



## BIBLIOGRAFÍA

- Almeida-García, F. (2012). La política turística en España y Portugal. *Cuadernos de Turismo*, 30, 9-34. <https://revistas.um.es/turismo/article/view/160771%0A>
- Anguelovski, I., Connolly, J. J. T., Cole, H., García-Lamarca, M., Triguero-Mas, M., Baró, F., Martin, N., Conesa, D., Shokry, G., del Pulgar, C. P., Ramos, L. A., Matheney, A., Gallez, E., Oscilowicz, E., Máñez, J. L., Sarzo, B., Beltrán, M. A., & Minaya, J. M. (2022). Green gentrification in European and North American cities. *Nature Communications*, 13(1), 3816. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31572-1>
- Aramberri, J. (2011). *Turismo de masas y modernidad un enfoque sociológico*. Madrid: CIS.
- Barrero Rescalvo, M. & Jover Báez, J. (2020). Paisajes de la turistificación: una aproximación metodológica a través del caso de Sevilla. *Cuadernos Geográficos*, 60(1), 13-34. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v60i1.13599>
- Brossat, I. (2018). *Airbnb, la ciudad uberizada*. Pamplona: Katakarak Liburuak.
- Bugalski, L. (2020). The Undisrupted Growth of the Airbnb Phenomenon between 2014-2020. The Touristification of European Cities before the COVID-19 Outbreak. *Sustainability*, 12(23), 9841. <https://doi.org/10.3390/su12239841>
- Cañada-Mullor, E. & Izcarra, C. (2021). Transformar el turismo desde la proximidad. En Cañada Mullor, E. & Izcarra, C. (eds.). *Turismos de proximidad: un plural en disputa* (pp. 9-34). Barcelona: Icaria.
- Carvalho, R., Ferreira, A. M., & Figueira, L. M. (2016). Cultural and Creative tourism in Portugal. *PASOS - Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 14(5), 1075-1082. <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2016.14.071>
- Chamusca, P., Rio Fernandes, J., Carvalho, L., & Mendes, T. (2019). The role of Airbnb creating a “new”-old city centre: facts, problems and controversies in Porto. *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 83. <https://doi.org/10.21138/bage.2820>
- Correia, A., Pestana Barros, C., & Silvestre, A. L. (2007). Golf tourism repeat choice behaviour in the Algarve: a mixed logit approach. *Tourism Economics: The Business and Finance of Tourism and Recreation*, 13(1), 111-127. <https://doi.org/10.5367/000000007779784489>
- Costa, V. & Ribeiro de Almeida, C. (2011). Low cost airlines, airport and tourism. The case of Faro Airport. *51st Congress of the European Regional Science Association*. <https://www.econstor.eu/handle/10419/120137>
- Costa, V. & Ribeiro de Almeida, C. (2015). Low-cost Carriers, Local Economy and Tourism Development at Four Portuguese Airports. A Model of Cost-benefit Analysis. *Journal of Spatial and Organizational Dynamics*, 3(4), 245-261. [https://www.researchgate.net/publication/311467037\\_Low-cost\\_Carriers\\_Local\\_Economy\\_and\\_Tourism\\_Development\\_at\\_Four\\_Portuguese\\_Airports\\_A\\_Model\\_of\\_Cost-benefit\\_Analysis](https://www.researchgate.net/publication/311467037_Low-cost_Carriers_Local_Economy_and_Tourism_Development_at_Four_Portuguese_Airports_A_Model_of_Cost-benefit_Analysis)
- D'Eramo, M. (2020). *El selfie del mundo: una investigación sobre la edad del turismo*. Barcelona: Anagrama.
- De la Calle, M. (2019). Turistificación de centros urbanos: clarificando el debate. *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 83. <https://doi.org/10.21138/bage.2829>

- Díaz-Pérez, F. M. (2012). Las áreas y los instrumentos de la política turística. En Pulido Fernández, J. I. & Cárdenas García, P. J. (eds.). *Política económica del turismo* (pp. 95-114). Madrid: Pirámide.
- Egresi, I. (2018). "Tourists go home!" - Tourism overcrowding and "tourismophobia" in European cities (Can tourists and residents still co-habitate in the city?). En Pedata, L., Porfido, E., & Rossi, L. (eds.). *[Co]habitation Tactics. Imagining future spaces in architecture, city and landscape*. [https://www.researchgate.net/publication/327883652\\_Tourists\\_go\\_home\\_-\\_Tourism\\_overcrowding\\_and\\_tourismophobia\\_in\\_European\\_cities\\_Can\\_tourists\\_and\\_residents\\_still\\_co-habitate\\_in\\_the\\_city](https://www.researchgate.net/publication/327883652_Tourists_go_home_-_Tourism_overcrowding_and_tourismophobia_in_European_cities_Can_tourists_and_residents_still_co-habitate_in_the_city)
- Escudero-Gómez, L. A. (2021). Cultural tourism in cities post-COVID-19: a perspective and proposals for an alternative model. *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 91. <https://doi.org/10.21138/bage.3138>
- Fletcher, R., Blanco-Romero, A., Blázquez-Salom, M., Cañada, E., Murray Mas, I., & Sekulova, F. (2021). Pathways to post-capitalist tourism. *Tourism Geographies*, 1-22. <https://doi.org/10.1080/14616688.2021.1965202>
- Gil, J. & Sequera, J. (2018). Expansión de la ciudad turística y nuevas resistencias. El caso de Airbnb en Madrid. *Empiria. Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, 41. <https://doi.org/10.5944/empiria.41.2018.22602>
- Hernández-Pezzi, C. (2017). De la ciudad caótica a la ciudad sostenible. ¿Hay respuestas urbanísticas para la ciudad sostenible? En Borja, J., Carrión, F. & Corti, M. (eds.). *Ciudades resistentes, ciudades posibles* (pp. 198-202). Barcelona: UOC.
- Iglesias-Sánchez, P. P., Correia, M. B., Jambrino-Maldonado, C., & de las Heras-Pedrosa, C. (2020). Instagram as a Co-Creation Space for Tourist Destination Image-Building: Algarve and Costa del Sol Case Studies. *Sustainability*, 12(7), 2793. <https://doi.org/10.3390/su12072793>
- Kruithof, A. (2020). *Aproximaciones a la regulación del alquiler turístico pospandemia*. Universitat de València. [https://www.uv.es/ceconomiacol/AirbnbCovid/medidas\\_poscovid.pdf](https://www.uv.es/ceconomiacol/AirbnbCovid/medidas_poscovid.pdf)
- López Palomeque, F., Vera Rebollo, J. F., Torres Delgado, A., & Ivars Baidal, J. A. (2022). *El turismo, ¿fin de época? Desafíos de España como destino turístico en un nuevo escenario*. València: Publicacions de la Universitat de València. <https://doi.org/10.7203/PUV-OA-863-4>
- López-Gay, A., Ortiz-Guitart, A., & Solana-Solana, M. (2021). Vivienda, cambio poblacional y desplazamiento en un barrio en proceso de gentrificación. El caso de Sant Antoni (Barcelona). *EURE*. <https://doi.org/10.7764/EURE.48.143.06>
- Mansilla, J. & Milano, C. (2018). Introducción a la ciudad de vacaciones. Apuntes sobre turismo y malestar social en Barcelona. En Milano, C. & Mansilla, J. (eds.). *Ciudad de vacaciones. Conflictos urbanos en espacios turísticos* (pp. 19-80). Barcelona: Pol·len Edicions.
- Martínez, E. (2003). La significación social de los espacios públicos. *Mediterráneo Económico. Dedicado a: Ciudades, Arquitectura y Espacio Urbano*, 3, 115-130.
- Mendes, J., Oom Do Valle, P., & Guerreiro, M. (2011). Destination Image and Events: A Structural Model for the Algarve Case. *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 20(3-4), pp. 366-384. <https://doi.org/10.1080/19368623.2011.562424>

- Hermi, M. (2019). Gentrificación y turismo urbano. ¿Cómo se articulan? *Ar@cne: Revista Electrónica de Recursos En Internet Sobre Geografía y Ciencias Sociales*, 230(1), 1-32. <https://www.raco.cat/index.php/Aracne/article/view/350284>
- Perna, F. & Custódio, M. J. (2008). Importance of Events in Tourism: Impacts of the UEFA-EURO 2004TM on the Accommodation Industry in Algarve, Portugal. *Anatolia*, 19(1), 5-22. <https://doi.org/10.1080/13032917.2008.9687050>
- Perna, F. & Marques Candeias, L. M. (2013). Estratégias de gestão dos campos de golfe em contexto de crise. Estudo de caso do barlavento do Algarve. *Tourism & Management Studies*, 1, 93-108. <https://www.tmstudies.net/index.php/ectms/article/view/397/854>
- Pimentel, D. & Santos, O. (2019). ¿Turismo sostenible? Algarve-Portugal y Comunidad Valenciana-España opinan. XII Congreso Internacional de Turismo Universidad -Empresa: “Turismo Eres Tú: El Valor de Las Personas”. [https://www.researchgate.net/publication/333311177\\_TURISMO\\_SOSTENIBLE\\_ALGARVE-PORTUGAL\\_Y\\_COMUNIDAD\\_VALENCIANA-ESPANA\\_OPINAN](https://www.researchgate.net/publication/333311177_TURISMO_SOSTENIBLE_ALGARVE-PORTUGAL_Y_COMUNIDAD_VALENCIANA-ESPANA_OPINAN)
- PT, I. (2022). Dormidas (N.o) nos estabelecimentos de alojamento turístico por Localização geográfica (NUTS - 2013) e Tipo (alojamento turístico); Mensal. [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_indicadores&contecto=pi&indOcorrCod=0009808&selTab=tab0](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&contecto=pi&indOcorrCod=0009808&selTab=tab0)
- PT, I. (2022). Estada média (N.o) nos estabelecimentos de alojamento turístico por Localização geográfica (NUTS - 2013) e Tipo (alojamento turístico); Anual. [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_indicadores&indOcorrCod=0009880&contexto=bd&selTab=tab2](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0009880&contexto=bd&selTab=tab2)
- Quero, D. (2017). Otros modos de proyecto y gestión en el territorio del turismo recuperar la geografía como lugar de la arquitectura. En *Ordenación del Territorio y Medio Ambiente en un mundo de cambio* (pp. 373-388).
- Reimão Costa, M. & Batista, D. (2012). Rehabilitation of the rural built heritage in central Algarve: from the coastline urban areas to the scarcely populated inland region. *International Journal of Energy and Environment*, 6(4), 433-442. <https://www.naun.org/main/NAUN/energyenvironment/16-398.pdf>
- Ribeiro de Almeida, C. & Costa, C. (2014). A operação das companhias aéreas nos aeroportos hub & spoke e nas bases operacionais. *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 12(4), 765-775. <http://www.pasosonline.org/Publicados/12414/PASOS39.pdf#page=111>
- Rifkin, J. (2000). *La era del acceso. La revolución de la nueva economía*. Barcelona: Paidós.
- Roberts, T., Renda, A., & Pinto, P. (2022). Residents' Perceptions on Tourism Impacts and Quality of Life: The Case of Faro. *Journal of Tourism, Sustainability and Well-Being*, 10(1), 39-57. <https://doi.org/10.34623/z1zj-5q27>
- Rodríguez-Díaz, L. & Luque-Rey, B. (2020). Sostenibilidad de los destinos turísticos. En Fraiz Brea, J. A., Araújo Vila, N., & Monfort Mir, V. M. (eds.). *La actividad turística española en 2019: Edición 2020* (pp. 93-100). Madrid: Síntesis.
- Sassen, S. (2015). *Expulsiones. Brutalidad y complejidad en la economía global. (Primera)*. Buenos Aires: Katz Editores.
- Sequera, J. (2020). *Gentrificación. Capitalismo cool, turismo y control del espacio urbano*. Madrid: Catarata.
- Slater, T. (2017). Planetary Rent Gaps. *Antipode*, 49, 114-137. <https://doi.org/10.1111/anti.12185>

- UNWTO. (2023). *El turismo va camino de recuperar los niveles pre-pandémicos en algunas regiones en 2023*. UNWTO. <https://www.unwto.org/es/taxonomy/term/347#:~:text=Seg%C3%BAAn%20los%20nuevos%20datos%20de,las%20cifras%20de%20turistas%20internacionales>
- Vaz, E. D. N., Nainggolan, D., Nijkamp, P., & Painho, M. (2011). Crossroads of tourism: a complex spatial systems analysis of tourism and urban sprawl in the Algarve. *International Journal of Sustainable Development*, 14(3/4), 225. <https://doi.org/10.1504/IJSD.2011.041963>
- Wachsmuth, D. & Weisler, A. (2018). Airbnb and the rent gap: Gentrification through the sharing economy. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 50(6), 1147-1170. <https://doi.org/10.1177/0308518X18778038>

Cómo citar este artículo:

De la Osada Saurí, D. & Ribero de Almeida, C. (2023). Viviendas turísticas y transformaciones demográficas: un estudio sobre el turismo masivo en el Algarve. *Cuadernos de Geografía*, 111, 7-32. <https://doi.org/10.7203/CGUV.111.26174>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.

BELÉN MORETTO<sup>a</sup>  
JORGE O. GENTILI<sup>b</sup>  
ALICIA M. CAMPO<sup>c</sup>

## EL RELIEVE COMO UN FACTOR DE LA PELIGROSIDAD DE INUNDACIÓN EN LA CUENCA ALTA DEL ARROYO SAUCE CORTO (BUENOS AIRES, ARGENTINA)

### RESUMEN

El análisis de las características del relieve de una cuenca hidrográfica es de relevancia para el estudio del peligro de inundación. Su influencia en los procesos hidrológicos y geomorfológicos y las características meteorológicas poseen estrecha relación con los fenómenos que se manifiestan en su superficie. El objetivo del trabajo es analizar los parámetros (altura media, desnivel, gradiente de pendiente y orientación de ladera) que definen el relieve de la cuenca alta del arroyo Sauce Corto como factores de la peligrosidad de inundación. Se emplearon parámetros e índices morfométricos asociados al relieve a dos niveles categóricos: por un lado, a nivel de cada subcuenca en particular y, por el otro lado, de forma conjunta según la margen del curso principal a la que aportan sus aguas. En las subcuencas del suroeste y sur de la cuenca alta del arroyo Sauce Corto (Martirio, Cerro 832, Nacimiento Oeste y Nacimiento Este), es posible inferir crecidas súbitas potenciadas por los elevados gradientes de pendientes. Asimismo, en las subcuencas de la margen izquierda del curso principal, se aceleran los procesos de escorrentía dadas las características altitudinales y de pendiente de estas. Este estudio permite comprender la distribución y asociación de las variables del relieve que conforman la peligrosidad asociada a eventos de inundación.

**PALABRAS CLAVE:** pendientes; parámetros morfométricos; crecidas; Sistema de Ventania.

---

a Departamento de Geografía y Turismo (DGyT), Universidad Nacional del Sur (UNS) – CONICET. Bahía Blanca, Argentina. belen.moretto@uns.edu.ar (Autora de correspondencia), <https://orcid.org/0000-0003-4854-8967>

b Departamento de Geografía y Turismo (DGyT), Universidad Nacional del Sur (UNS) – CONICET. Bahía Blanca, Argentina. jogentili@uns.edu.ar, <https://orcid.org/0000-0002-4787-4667>

c Departamento de Geografía y Turismo (DGyT), Universidad Nacional del Sur (UNS) – CONICET. Bahía Blanca, Argentina. amcampo@uns.edu.ar, <https://orcid.org/0000-0003-1150-4039>

Fecha de recepción: 25-04-2023. Fecha de aceptación: 17-12-2023.

## RELIEF AS A FACTOR OF FLOOD HAZARD IN THE UPPER BASIN OF THE SAUCE CORTO STREAM (BUENOS AIRES, ARGENTINA)

### ABSTRACT

The analysis of the relief characteristics of a hydrographic basin is relevant for the study of flood danger. Its influence on hydrological and geomorphological processes and meteorological characteristics is closely related to the phenomena that manifest on its surface. The aim of the work is to analyze the parameters (average height, unevenness, slope gradient and slope orientation) that define the relief of the upper basin of the Sauce Corto stream as factors of flood hazard. Parameters and morphometric indices associated with the relief were used at two categorical levels: on the one side at the level of each sub-basin in particular and on the other side jointly according to the margin of the main course to which their waters contribute. In the southwestern and southern subbasins of the upper basin of the Sauce Corto stream (Martirio, Cerro 832, Nacimiento Oeste and Nacimiento Este) it is possible to infer sudden floods enhanced by the high slope gradients. Likewise, in the subbasins on the left bank of the main course, runoff processes are accelerated given their altitudinal and slope characteristics. This study allows us to understand the distribution and association of the relief variables that make up the hazard associated with flood events.

KEYWORDS: slopes; morphometric parameters; floods; Ventania System.

### INTRODUCCIÓN

El agua es un factor vital para la formación del relieve y su acción se hace más o menos evidente dependiendo del aumento o disminución de su transferencia y capacidad de erosión (Pedraza Gilsanz, 1996; Senciales González, 1999; Espinosa Rodríguez et al., 2018). El conjunto de aguas que drenan hacia un mismo colector configuran una cuenca hidrográfica, que constituye una unidad hidrológica y geográfica bien definida (López Baez, 2014; Moreira Braz et al., 2020). La cuenca cumple la función de recibir, almacenar y devolver el agua al circuito hidrológico, en proporciones que varían de acuerdo con la combinación de las características topográficas, litológicas, geomorfológicas, hidrográficas, biogeográficas y fitogeográficas, en su relación con el clima (Bruniard, 1992).

Por tanto, el estudio de los elementos que conforman una cuenca fluvial como unidad de gestión y entendida como sistema resulta imprescindible para comprender el funcionamiento de esta (Moreira Braz et al., 2020). El análisis del relieve es un aspecto básico en este tipo de estudios, debido a su influencia sobre los procesos hidrológicos y geomorfológicos, así como a su relación con las características meteorológicas, ya que la configuración topográfica se encuentra estrechamente relacionada con los fenómenos que se manifiestan en su superficie. En la actualidad, existen diversas técnicas que posibilitan el análisis de las distintas variables que caracterizan las cuencas y su red hidrográfica con el fin de elaborar conclusiones en relación con su respuesta hidrológica. A partir de ahí, han sido numerosos los trabajos sobre geomorfometría fluvial (Pike et al., 2009) que permiten inferir la dinámica hidrográfica de una cuenca

y los procesos que de ella se derivan. Al respecto, se puede mencionar como ejemplo los trabajos en los últimos años de Khan et al. (2021), Sharma et al. (2022), Jana y Paul (2022) y Khatoon y Javed (2022).

En Argentina, los estudios a nivel de cuenca son de diferente índole. Se realizaron análisis de parámetros e índices morfométricos (Aumassanne et al., 2018; Vargas et al., 2020; Vich et al., 2021), así como también de evaluación geomorfológica de cuencas (Fucks et al., 2017; Ocaña et al., 2020) para el estudio de la peligrosidad. En los últimos años, en el sur bonaerense se realizaron estudios integrales de cuencas hidrográficas pertenecientes al Sistema de Ventania: la cuenca del arroyo Sauce Grande (Gil, 2010), la cuenca del arroyo Sauce Corto (Gentili, 2012), la cuenca del arroyo San Bernardo (Volonté 2017), la cuenca del arroyo Saladillo García (González, 2018). Asimismo, en relación con la dinámica fluvial en cuencas no aforadas, Gil et al. (2009) evaluaron la influencia de la litología, la estructura y la morfología en índices morfométricos para subcuencas del río Sauce Grande y el arroyo Sauce Corto. Ortuno Caño y Gentili (2022) analizaron factores asociados al relieve de la cuenca del arroyo Cura Malal Grande (CCMG) y su incidencia en la dinámica hidrográfica. A su vez, Gil et al. (2016), Gil et al. (2019) y Moretto et al. (2019) evaluaron la potencialidad para generar crecidas a partir de la combinación de índices morfométricos en cuencas serranas del Sistema de Ventania. Por tanto, en el ámbito nacional los trabajos de dicha índole están orientados a contribuir a la peligrosidad de inundación. En este sentido, cobran cada vez más visibilidad este tipo de investigaciones como consecuencia de una mayor conciencia de los temas ambientales (Rotger, 2017).

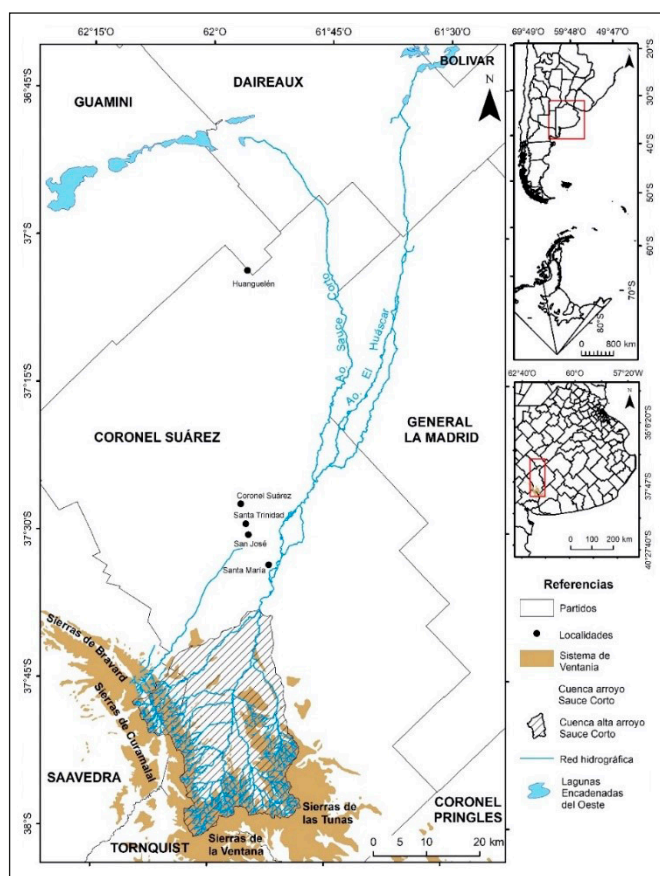
Dentro de la llanura pampeana, en el suroeste de la provincia de Buenos Aires se erige el Sistema de Ventania. El principal arroyo que se origina en la vertiente norte de dicho sistema es el Sauce Corto. La dinámica fluvial en la zona es generada por la combinación de factores hidrometeorológicos, geológicos y geomorfológicos, donde la deposición y erosión eólica han jugado un importante papel en la desorganización de la red fluvial (Pereyra y Ferrer, 1995; Pereyra et al., 2001; Gil et al., 2009). La ocurrencia de precipitaciones extremas en el área da lugar a crecidas que provocan eventos de inundación, que afectan a las principales localidades del partido de Coronel Suárez. El objetivo del trabajo es analizar los parámetros (altura media, desnivel, gradiente de pendiente y orientación de ladera) que definen el relieve de la cuenca alta del arroyo Sauce Corto como factores de la peligrosidad de inundación. La inclusión del relieve como variable para comprender las causas que conforman la peligrosidad resulta de relevancia como insumo para los estudios de riesgo de inundación y anegamiento y su gestión.

### ÁREA DE ESTUDIO

El Sistema de Ventania emerge de la llanura pampeana circundante en el suroeste de la provincia de Buenos Aires (figura 1). Formado por un conjunto de elevaciones bien definidas con una orientación noroeste-sureste, constituye una unidad orográfica propia que abarca 175 km de longitud y alcanza un ancho máximo de 50 km en su parte central (Harrington, 1947). El área de estudio del presente trabajo se circunscribe a la cuenca alta de la principal cuenca hidrográfica que tiene la vertiente norte del Sistema de Ventania: el arroyo Sauce Corto (SC). Sus nacientes se originan en las Sierras de Curamalal, Bravard, de la Ventana y de las Tunas. Es una cuenca de alimentación exclusivamente pluvial (Gentili, 2012),

que drena sus aguas en sentido sur-norte hacia el centro de la provincia y hasta la depresión de la cuenca de las “Lagunas Encadenadas del Oeste” (figura 1). La cuenca alta destaca por poseer una estructura de disipación bien integrada (sistemas hidrológicos típicos, SHT) con elementos lineales bien jerarquizados, al igual que los restantes arroyos que provienen de las sierras, lo que genera un escurrimiento organizado dominado por la pendiente. No obstante, la dinámica fluvial en la zona es generada por la combinación de factores hidrometeorológicos, geológicos y geomorfológicos, donde la deposición y erosión eólica jugaron un importante papel en la desorganización de la red fluvial (Pereyra y Ferrer, 1995; Pereyra et al., 2001; Gil et al., 2009), aguas abajo de la cuenca alta. En este sector, como consecuencia también de cambios en la pendiente, el arroyo se comienza a comportar como un sistema hidrológico no típico.

Figura 1. Arroyo Sauce Corto y su cuenca alta

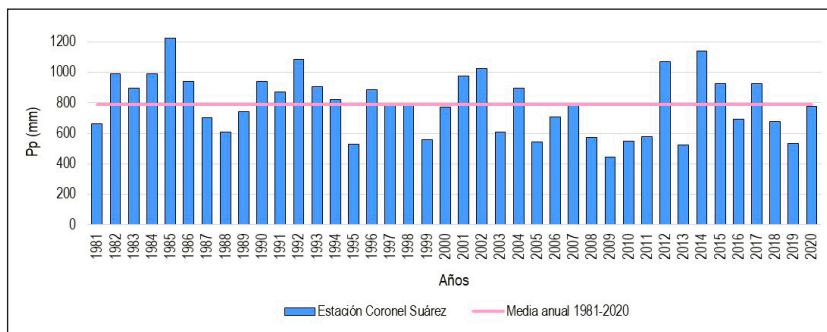


El área se emplaza en la franja planetaria de climas templados con estaciones térmicas y pluviométricas marcadas (Campo de Ferreras et al., 2004). Las variaciones de las temperaturas guardan relación



con la continentalidad, la exposición a los flujos de aire dominantes, la orientación de la costa y las corrientes oceánicas (Campo de Ferreras et al., 2004). Los rasgos de continentalidad aumentan de noroeste a suroeste, y se evidencia una disminución notoria de los montos de precipitación. El régimen de precipitación se extiende de octubre a marzo y se presenta una estación relativamente seca de mayo a septiembre (Casado y Campo de Ferreras, 2019). El sistema serrano actúa como una divisoria de aguas; las diferencias altitudinales de los cordones y la orientación de estos provoca marcadas variaciones interanuales y estacionales que generan un cambio en el comportamiento y los montos de las lluvias (Gentili y Gil, 2013). La presencia del cordón serrano genera una sobreexcitación orográfica en las precipitaciones zonales que aumenta la cantidad de lluvia caída en los faldeos más expuestos a los vientos (Zapperi et al., 2007). La cuenca alta del arroyo Sauce Corto (y las localidades del partido de Coronel Suárez próximas a ella) se emplaza en esta área, donde la variabilidad de los elementos climáticos enunciada guarda una estrecha relación con la ocurrencia y la dinámica de los eventos de excesos hídricos. En el área de estudio, la media anual para los años entre 1981 y 2020 es de 791,7 mm (figura 2). En la figura 2 se observa la variabilidad interanual de las precipitaciones para la estación de Coronel Suárez, característica del suroeste bonaerense evaluada por diferentes autores (Casado y Campo, 2019; Scian, 2000). Por un lado, el año más lluvioso fue 1985, con un valor acumulado de 1.222,5 mm, seguido del año 2014, con 1.141,5 mm, 1992 con 1.083,9 y 2012 con 1.072,8 mm.

Figura 2. Precipitación anual y precipitación media anual en la estación Coronel Suárez para el período 1981-2020

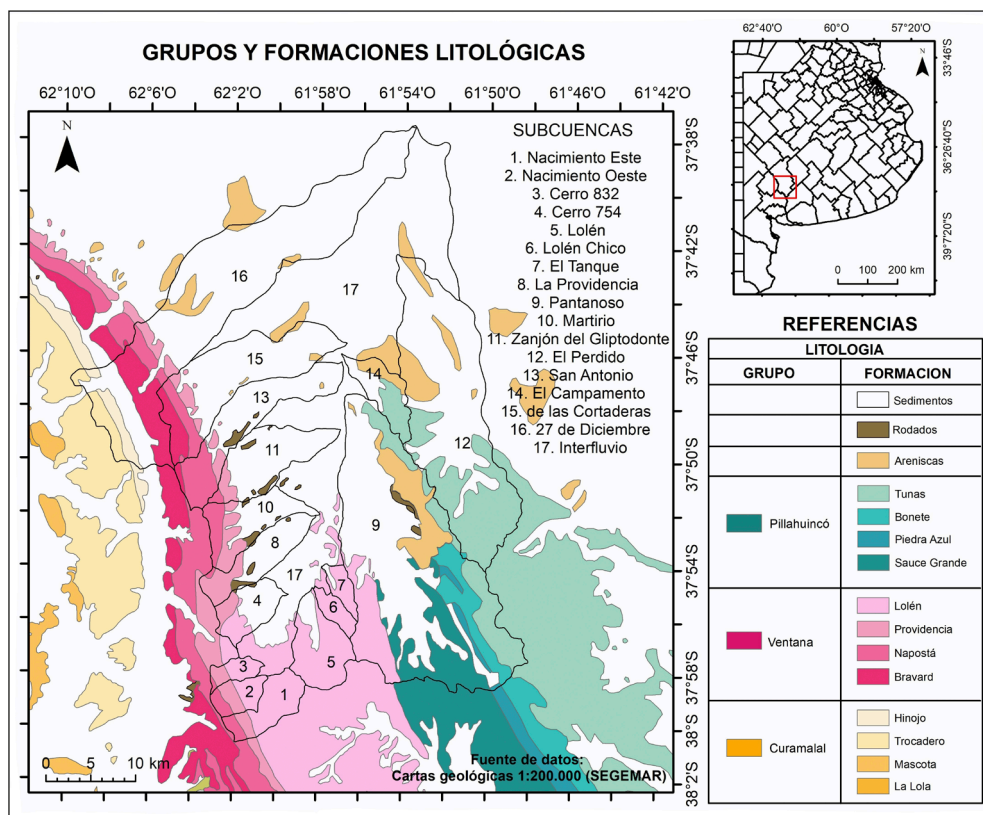


Fuente: elaborada por los autores a partir de datos del Servicio Meteorológico Nacional.

Von Gosen et al. (1990) consideran el Sistema de Ventania como una “faja plegada y corrida” con relevantes fallas inversas subaflorantes paralelas al rumbo de las sierras. Litológicamente, la cuenca del arroyo Sauce Corto en la región serrana se desarrolla sobre el basamento precámbrico de las Sierras de la Ventana (figura 3). No obstante, Selles Martínez (2001) y Dimieri et al. (2005) señalan que el aspecto principal del sistema son los pliegues (afectan a toda la pila estratigráfica del Paleozoico) en donde en forma subordinada aparecen las fallas. Sobre ella se apoyan sedimentos que pertenecen al Paleozoico y que fueron asignadas por Harrington (1947) a tres grandes grupos de series o unidades estratigráficas

pertencientes al Paleozoico inferior (Serie Curamalal y Ventana) y superior (Serie Pillahuincó). En el sector del valle intermontano y en la llanura discurren sedimentos del Plioceno (Terciario) y rodados del Pleistoceno (Cuaternario) (figura 3). En particular, el área extraserrana se encuentra en su mayoría conformada por estos últimos, sedimentos pertenecientes a las formaciones Pampeana y Postpampeana. Estos sedimentos también se encuentran en los valles principales hasta alturas considerables. Existen en menor medida depósitos de rodados de diferente edad (Pereyra et al., 2001; Selles Martínez, 2001). Desde el punto de vista geomorfológico, la cuenca alta del arroyo Sauce Corto corresponde a una superficie de planación regional cubierta de depósitos eólicos, principalmente loésicos, de diferentes eventos de deposición y en donde son frecuentes sectores sin cobertura vegetal ni edáfica, caracterizado también por eventos de deflación, lo que da lugar a la formación de cubetas (Pereyra y Ferrer, 1995; Pereyra et al., 2001).

Figura 3. Litología del área de estudio



La cuenca alta discurre sobre los partidos (división política-administrativa) de Coronel Suárez, Saavedra y Tornquist. Es en el partido de Coronel Suárez donde se localizan los núcleos poblados del área que son afectados por lo que ocurre aguas arriba. La localidad de Coronel Suárez, cabecera del partido homónimo, cuenta con un total de 23.621 personas; San José, con 2.234 habitantes; Santa Trinidad, con 1.474, y Santa María, con 1.832 (INDEC, 2013<sup>1</sup>) (figura 3). La vegetación original predominante del área es la estepa de gramíneas (Cabrera, 1976). Las características climáticas, junto a las topográficas y a la importante aptitud de los suelos, constituyen el territorio adecuado para el desarrollo de la agricultura y la ganadería, que representa una de las principales actividades económicas del sector.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Recopilación y tratamiento de la información*

Se vectorizaron la red hidrográfica, las curvas de nivel y los puntos acotados de 22 cartas topográficas del Instituto Geográfico Nacional (IGN) digitalizadas a escala 1:50.000. A partir de ellas se generó el Modelo Digital del Terreno (MDT) mediante el interpolador Topo to Raster, provisto por ArcGIS 10®. Con los datos descritos se delimitaron las cuencas hidrográficas y se jerarquizaron las redes de drenaje según Strahler (1964) para delimitar las unidades de diagnóstico objeto de análisis (16 subcuencas).

### *Parámetros e índices morfométricos asociados al relieve*

Los parámetros e índices morfométricos se analizaron a dos niveles categóricos: por un lado, considerando cada una de las subcuencas individualmente para describir la dinámica en particular de cada una y, por otro, teniendo en cuenta grupos de subcuencas según la margen del curso principal a la cual aportan sus aguas, para comprender cómo se comportan en su conjunto.

Se determinaron los parámetros morfométricos de medición directa: área, perímetro, longitud del cauce principal de la cuenca, cota máxima y mínima (tabla 1). Cabe destacar que estos dos últimos son considerados dentro de los parámetros asociados al relieve y a partir de la diferencia entre ambos se obtiene el desnivel de cuenca (H).

A continuación se obtuvieron los parámetros e índices relativos a las propiedades del relieve (hipsoimetría, gradientes de pendiente, pendiente media, orientación de la pendiente, rectángulo equivalente y tiempo de concentración). Se determinaron a través de mediciones indirectas con apoyo de herramientas de ArcGIS 10® y Microsoft Excel® a partir de sus respectivas fórmulas matemáticas. Se obtuvo el mapa de pendientes (ráster) a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT). Para definir los rangos de pendiente de las cuencas se utilizó la clasificación propuesta por Van Zuidam (1985) acotada a seis clases de acuerdo con las características del sector de estudio. El análisis se complementó con el estudio de los gradientes de pendiente de cada subcuenca en función de la proporción de estos, en términos

---

1 Se considera el dato del censo 2010 para cada una de las localidades, dado que en el momento de desarrollo del trabajo los datos del censo 2022 no se encuentran desagregados.

absolutos y relativos. Asimismo, se obtuvo el mapa de orientaciones de la cuenca, donde los valores parten de 0° a 360° según la orientación respecto al norte, debido a que incide en el comportamiento hidrológico de cada una de las cuencas. Esto resulta relevante en los estudios hidrológicos, como consecuencia de su influencia en la caracterización morfológica producto de su intervención en los aspectos climáticos a nivel local (zonas de umbría y solana) (Sastre Olmos, 2010). A partir de la reclasificación de ambos parámetros (pendiente y orientación), se combinaron ambos productos ráster para representar simultáneamente estos aspectos morfológicos. Asimismo, se calculó el rectángulo equivalente de cada subcuenca siguiendo a Villón Bejar (2004), que permite representar una cuenca con la forma de un rectángulo con la misma área y perímetro que la cuenca.

Tabla 1. Parámetros morfométricos

Parámetro	Unidad	Significado
Área (A)	km <sup>2</sup>	Área de la cuenca hidrográfica
Perímetro (P)	km	Perímetro de la cuenca hidrográfica
Longitud del cauce principal (Lmax)	km	Longitud de la cuenca hidrográfica
Cota máxima (H max)	m	Cota del punto más alto de la cuenca hidrográfica
Cota mínima (H min)	m	Cota del punto más bajo de la cuenca hidrográfica

Asimismo, para completar el análisis se calculó el tiempo de concentración ( $T_c$ ) y el coeficiente de torrencialidad de cada subcuenca. En el primer caso, se refiere al tiempo a partir del cual cada una de ellas contribuye al caudal en el punto de salida de esta (Chow et al., 1994). Para su obtención se utilizó la fórmula de la división de California Highways and Publics Works de Estados Unidos:

$$T_c = 0,95 \left( \frac{L_{max}^2}{H} \right)^{0,385}$$

donde  $L_{max}$  es la longitud del curso principal y  $H$  es el desnivel.

En cuanto al coeficiente de torrencialidad ( $C_t$ ), este es un índice que, por medio de la relación del número de cauces de orden uno con respecto a la superficie de la cuenca, posibilita obtener una aproximación al estudio de máximas crecidas, ya que está relacionado con la capacidad de descarga de una cuenca (Senciales González, 1999):

$$C_t = Dd \times \left( \frac{Nu^1}{A} \right)$$

donde  $Dd$  es la densidad de drenaje y  $Nu$  es el número de cauces de orden 1.

Del cálculo de los parámetros básicos se derivaron otros índices asociados a la forma del relieve: razón de relieve ( $Rr$ ), relación de relieve ( $R$ ), coeficiente de masividad ( $Cma$ ) y coeficiente orográfico ( $Co$ ) (tabla 2).

Tabla 2. Índices morfométricos asociados al relieve

Índice	Fórmula	Significado
Razón de relieve ( $Rr$ )	$Rr = \frac{H}{Lmax}$	$H$ : desnivel absoluto $Lmax$ : longitud de la cuenca (Schumm, 1956)
Relación de relieve ( $R$ )	$Rr = \frac{H}{P}$	$H$ : desnivel absoluto $P$ : perímetro de la cuenca (Melton, 1957)
Coficiente de Masividad ( $CMa$ )	$CMa = \frac{Hm}{A}$	$Hm$ : altura media $A$ : área de la cuenca (De Martonne, 1940)
Coficiente Orográfico ( $CO$ )	$CO = Hm \times CMa$	$Hm$ : altura media $CMa$ : coeficiente de masividad (De Martonne, 1940)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

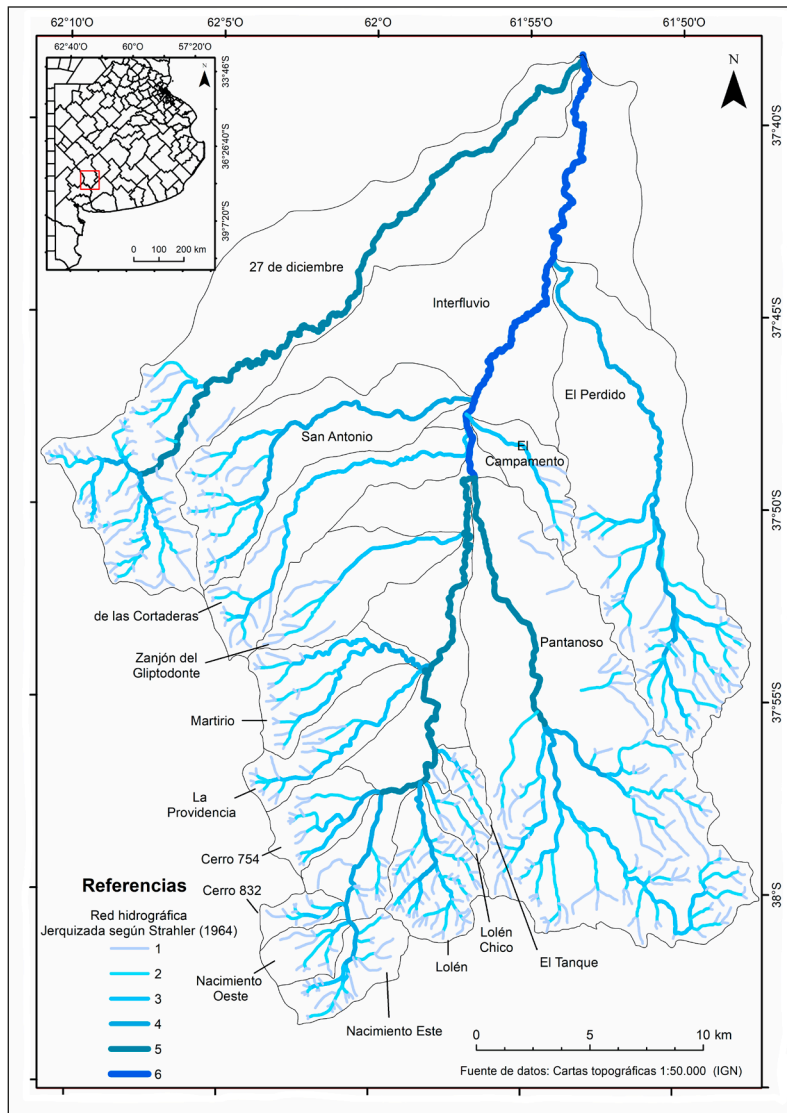
### *Análisis de los parámetros e índices del relieve a nivel de subcuencas*

La cuenca alta del arroyo Sauce Corto está conformada por 16 subcuencas (de orden 3 o superior) consideradas como unidades de diagnóstico y un área de interfluvio (figura 4).

Los parámetros morfométricos para cada subcuenca se observan en la tabla 3. Un parámetro de gran interés es el área de una cuenca, a partir del cual se derivan índices morfométricos que permiten determinar el estado erosivo de las cuencas y establecer una primera clasificación en cuanto a su tamaño (Jardí, 1985; Chow et al., 1994). El tamaño de la cuenca tendrá incidencia en el volumen de agua recibida y, por ende, en la consecuente generación de procesos erosivos y de crecidas (Bruniard, 1992). La cuenca Pantanoso es la de mayor superficie y le siguen en orden decreciente 27 de Diciembre y El Perdido; El Tanque, Lolén Chico y Cerro 832 son las de menor tamaño (tabla 3). Este parámetro por sí solo supone que en cuencas con superficies pequeñas, tal y como plantean Méndez et al. (2015), los tiempos de concentración de la escorrentía son menores, con mayor susceptibilidad a experimentar crecidas súbitas en las que toda el área de la cuenca se activa y aporta agua al sistema principal. El perímetro de una cuenca es un parámetro a partir del cual se calculan otros índices y que se encuentra estrechamente vinculado al área de la cuenca, ya que es directamente proporcional (Senciales González, 1999) (tabla 3). La longitud del cauce principal incide en el comportamiento hidrológico de esta y, al igual que el resto de los parámetros, es determinante para el cálculo de la mayoría de los índices morfométricos. Se observa en la tabla 3 que las cuencas de mayor longitud se corresponden con las de mayor superficie, con tiempos de concentración mayores

(27 de Diciembre, Pantanoso y El Perdido poseen un  $T_c$  de 6, 5 y 4 horas respectivamente) (tabla 5). Aquellas cuencas con altos valores en estos parámetros evidencian un crecimiento longitudinal, como las cuencas de Pantanoso, 27 de Diciembre y El Perdido; en cambio, en cuencas como El Tanque, Lolén Chico y Cerro 832 la tendencia es hacia el crecimiento lateral.

Figura 4. Red hidrográfica de la cuenca alta del arroyo SC



Fuente: modificado de Gentili (2012).

Tabla 3. Parámetros morfométricos

Cuenca	Parámetro				
	Área (km <sup>2</sup> )	Perímetro (km)	Longitud del cauce (km)	Cota máxima (m.s.n.m.)	Cota mínima (m.s.n.m.)
27 de Diciembre	127,45	79,75	40,65	906	260
Cerro 832	4,89	11,26	3,92	931	405
Cerro 754	13,00	16,20	5,96	867	365
de las Cortaderas	48,17	38,25	18,43	830	288
El Campamento	12,64	19,08	8,06	411	289
El Perdido	100,43	55,44	25,98	616	275
El Tanque	4,58	10,94	4,27	444	345
La Providencia	18,11	22,78	10,59	914	328
Lolén	19,35	19,46	8,36	627	348
Lolén Chico	4,61	10,61	4,46	472	347
Martirio	20,12	23,37	10,71	925	327
Nacimiento Este	13,32	18,24	5,51	951	406
Nacimiento Oeste	7,59	11,71	3,78	973	408
Pantanosos	149,73	62,26	30,64	751	296
San Antonio	32,55	36,14	17,83	932	290
Zanjón del Gliptodonte	25,34	24,71	11,04	766	303

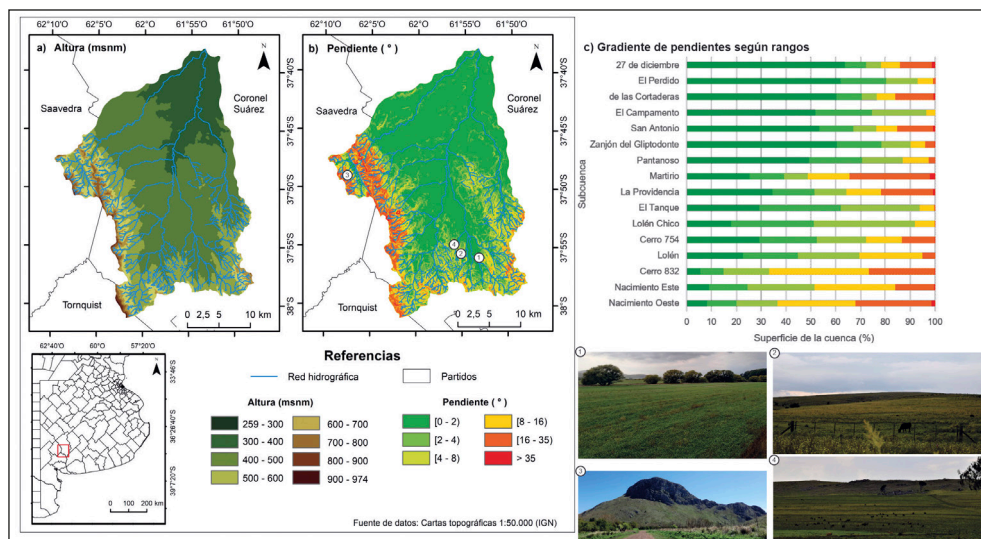
La cuenca alta del arroyo SC presenta una altura máxima de 973 m.s.n.m. y una altura mínima de 259 m.s.n.m., lo que determina un desnivel de 714 m.s.n.m. (figura 5). Del análisis de las diferentes subcuencas, Nacimiento Oeste presenta la cota máxima (973 m.s.n.m.) y le sigue en orden de importancia Nacimiento Este (951 m.s.n.m.). La menor altura le corresponde a El Campamento (411 m.s.n.m.) y a El Tanque (444 m.s.n.m.). Los valores del desnivel altitudinal en el área de estudio se encuentran en el rango entre los 646 y los 99 m.s.n.m. (tabla 4). Las diferencias de desnivel entre las cuencas configuran una peligrosidad diferente en cada una de ellas, y es mayor en aquellas subcuencas con diferencias altitudinales significativas. Se observa que los valores más altos de este parámetro, en términos generales, pueden deberse a la gran extensión de las unidades, lo que contribuye a las diferencias en las configuraciones topográficas. Estas heterogeneidades en las rugosidades del relieve influyen en la respuesta hidrológica de cada una de las subcuencas ante precipitaciones excesivas (Sala y Gay, 1981; Senciales González, 1999).

La pendiente media de la cuenca alta es de 4,07°. Los valores de pendiente de mayor frecuencia (un 64,76 % de la cuenca alta) se encuentran en los rangos de 0-2° y 2-4°, en el primer caso relacionado



con dinámicas de procesos de circulación de agua no concentrada y estancamiento de la escorrentía. El porcentaje del resto de los rangos de pendientes es similar (en torno al 12 y 10 %), a diferencia de las pendientes mayores a 35°, que solo representan un 2 % del territorio.

Figura 5. Cuenca alta arroyo SC: a) hipsometría, b) gradiente de pendientes y c) gradientes de pendientes según rangos (% de las subcuencas)



En la tabla 4 se presentan los valores de pendiente media para las unidades de diagnóstico. La cuenca Nacimiento Oeste presenta mayor pendiente media (12,3°), seguida por Cerro 832 (11,7°) y Martirio (11,6°), lo que la posiciona dentro de la categoría de Van Zuidam (1989) de muy empinado. Si se comparan estos resultados con cuencas de la vertiente sur del área serrana, observamos que son valores altos; a modo de ejemplo, la cuenca del arroyo San Bernardo (afluente de la cuenca del arroyo Sauce Grande) posee 8,7° (Volonté, 2017); arroyo de las Piedras, 9,08°, la mayor pendiente media de la cuenca Sauce Grande (Gil, 2010), la cual tiene sus nacientes en las Sierras de Ventania, Las Tunas y Pillahuincó; y arroyo Ventana, 2,06° (pertenece a la cuenca alta del río Sauce Chico) (García Martínez et al., 2016). Lo mismo ocurre para otras regiones serranas de la provincia de Buenos Aires: sobre el Sistema de Tandilia, en la cuenca de los arroyos Corrientes (2,82°) y Chocorí (2,74°) (Camino et al., 2018). A diferencia de lo que sucede, por ejemplo, en cuencas del área serrana de Córdoba, con valores de pendientes más abruptas que el Sistema de Ventania, donde por consiguiente la peligrosidad para generar crecidas es mayor: la cuenca del río Seco presenta valores de pendiente media de 22,09°, El Tala, 18,31° y Papagayos, 20,85° (Sosa y Ojeda, 2014). Con los valores que anteceden, complementados con los datos de desnivel, se infiere que en dichas cuencas habrá mayor rapidez en la concentración de las aguas, con picos de crecidas mayores, debido a que, al aumentar la pendiente media y las diferencias altitudinales, mayor será la posibilidad de generar crecidas (Senciales González, 1999).



Tabla 4. Parámetros asociados al relieve

Cuenca	Parámetro		
	Desnivel absoluto (m.s.n.m.)	Altura media (m.s.n.m.)	Pendiente Media (°)
27 de Diciembre	646	394	5,5
Cerro 832	526	552	11,7
Cerro 754	502	473	6,7
de las Cortaderas	542	409	5,9
El Campamento	122	327	2,7
El Perdido	341	342	2,5
El Tanque	99	379	3,7
La Providencia	586	472	8,3
Lolén	279	430	6,1
Lolén Chico	125	401	4,3
Martirio	598	484	11,6
Nacimiento Este	545	527	9,2
Nacimiento Oeste	565	572	12,3
Pantanosos	455	390	3,6
San Antonio	642	428	6,0
Zanjón del Gliptodonte	463	387	3,3

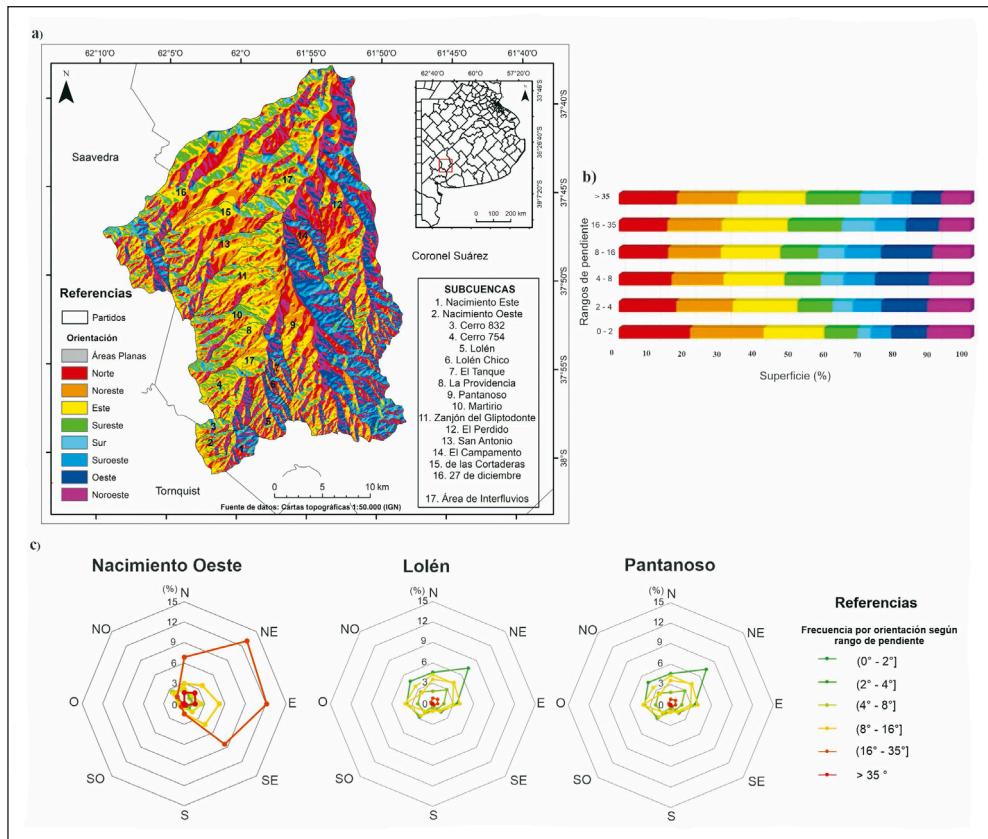
Por otra parte, cabe considerar el análisis de las orientaciones de las vertientes. No solo se evaluó dicho aspecto para la cuenca en general, sino que también se complementó con la superficie absoluta y porcentual en función de los rangos de pendientes (figura 6). Según Llamas (1993), hace referencia a la dirección geográfica con respecto al norte geográfico, considerando la pendiente general de las laderas de la cuenca. La orientación noreste tiene mayor representatividad (19,13 %) en el territorio, seguida con valores significativos de laderas orientadas hacia el este (18,85 %) y norte (17,14 %). Esto se relaciona con la pendiente regional impuesta por el sistema serrano asociado con la dirección del basamento de la estructura de las sierras y los fallamientos relacionados (Japas, 1999). A modo de ejemplo se muestran en la figura 5c los gráficos para las subcuencas de Nacimiento Oeste, Pantanosos y Lolén. Del análisis de las subcuencas y de combinar los rangos de pendientes según la clasificación de Van Zuidam (1989) con la orientación de las laderas es preciso destacar ciertos puntos clave:

- Las cuencas de mayor pendiente media y con un gran porcentaje de su superficie con gradientes elevados en los rangos más altos de pendiente (Nacimiento Oeste, Nacimiento Este, Cerro 832) se desarrollan según lo descrito en el párrafo anterior. A modo de ejemplo, Nacimiento Oeste presenta un 30,58 % de su superficie con pendientes abruptas. Las áreas con un rango de pendiente de entre 16 y 35° poseen la mayor representatividad de laderas orientadas al este; no obstante, también se visibiliza un gran porcentaje de su cuenca entre los mismos rangos con exposición al noreste. Situación que también se visibiliza en Cerro 832.
- La cuenca del Pantanoso presenta la única particularidad de que su superficie con rangos bajos de pendiente posee mayor variabilidad, con valores altos hacia el oeste (22 %) y significativos en el SO y NO en igual proporción que hacia el N y NE, con datos entre el 14 y el 15 %.
- Lolén es la única cuenca que presenta áreas planas (un 6,22 % de su superficie, lo que equivale a un 0,22 % del área total de la cuenca alta exceptuando el área de interfluvio). Su superficie, con datos porcentuales relevantes entre los 0 y 2°, los 4 y 8° y los 16 y 35°, dispone de laderas situadas en mayor proporción (en orden de importancia): NE (20 %), N (15 %), O (14 %) y NO y E (13 %).

En relación con los índices de razón de relieve ( $R_r$ ) (Schumm, 1956) y la relación de relieve ( $R$ ) (Melton, 1957), estos se utilizaron para complementar este tipo de estudios. Según Senciales González (1999), la  $R_r$  posibilita conocer la existencia de áreas locales con elevada velocidad de flujo, mientras que la  $R$  indica la presencia de fuertes velocidades de agua generalizadas, debidas a la pendiente de la cuenca. En la tabla 4 se observan los valores de los índices para cada una de las subcuencas de análisis. Se visibiliza que las cuencas de Nacimiento Oeste ( $R_r$ : 0,14;  $R$ : 0,05) y Cerro 832 ( $R_r$ : 0,12;  $R$ : 0,05) son las que poseen los mayores valores de ambos índices, y les siguen en orden las cuencas de Nacimiento Este y Cerro 754, ambas con valores de  $R_r$ : 0,09 y  $R$ : 0,03. A partir de estos resultados, junto con sus altas pendientes medias y su evolución en gradientes de pendientes elevados, se espera una mayor potencialidad de generar crecidas ante eventos de precipitación extremos. De las cuencas con valores más bajos, como 27 de Diciembre ( $R_r$ : 0,02;  $R$ : 0,01), cabe destacar que, si bien su desnivel es alto, su pendiente media decrece, por lo que se espera que la existencia de fuertes velocidades de agua sea menor.

Por otra parte, para comprender la importancia relativa del relieve respecto al área total de cada subcuenca, se calcularon los coeficientes de masividad y el orográfico (De Martonne, 1940). Los resultados se muestran en la tabla 5. Los mayores valores de ambos corresponden a la cuenca de Cerro 832 y Nacimiento Oeste, con valores de  $CMa$ : 0,13; 0,09 y de  $CO$ : 91,37; 62,78 respectivamente. Los datos evidencian el carácter accidentado del relieve y la potencialidad de estar sometidas a mayores procesos de degradación. Del análisis en conjunto de las subcuencas, se concluye que ambos coeficientes subestiman el área de cada una de ellas, por lo que damos cuenta que puede dar valores similares o iguales para cuencas distintas (Sánchez, 1987). Tal es el caso de la cuenca El Tanque en relación con Cerro 832 y Nacimiento Oeste.

Figura 6. a) Distribución de orientaciones en cuenca alta arroyo SC, b) frecuencia (%) de orientación según rango de pendiente, c) frecuencia (%) de orientación según rangos de pendiente en subcuencas de interés



Del análisis y la evaluación se desprende que las cuencas de Nacimiento Oeste, Nacimiento Este, Cerro 832, Cerro 754 y Martirio tenderán a una rápida concentración de las aguas, con valores de flujo elevados debido a sus altas pendientes medias con áreas menores a 100 km<sup>2</sup>. Con valores porcentuales de ocupación de su superficie, con gradientes de pendiente en el rango entre los 16-35°, persiste aún más la posibilidad del incremento de potencialidad de generar crecidas, afirmación que se coteja con los fuertes desniveles de las cuatro unidades de diagnóstico descritas. En cuencas como Nacimiento Oeste, Cerro 832, Nacimiento Este y Cerro 754, el tiempo de concentración ( $T_c$ ) es de 23', 25', 36' y 40' respectivamente, lo que reafirma lo expuesto precedentemente. Las tres primeras discurren sobre antiguas formaciones geológicas del Grupo Ventana; al igual que Martirio, pero que a su vez es cubierta por sedimentos producto del Plioceno y del Cuaternario.

Las cuencas del Tanque, Lolén y Lolén Chico tienen la particularidad de que sus desvíos altitudinales y sus alturas medias no son tan acusadas, sino que rondan los valores más bajos dentro de la

cuenca; de esto, aislando estos parámetros, se concluiría que son cuencas con menor potencialidad de generar crecidas. No obstante, sus pendientes medias, sus superficies, que se desarrollan sobre gradientes altos de pendiente 4-8° con orientaciones de laderas hacia el oeste y noreste, y sus altos valores en los coeficientes de masividad y orográfico determinan un comportamiento diferencial tendente a producir picos de crecidas no tan bruscos como los explicados con anterioridad, pero que es necesario tenerlos en cuenta, ya que la escorrentía genera en los puntos más altos la tendencia a drenar rápidamente debido a la pendiente de la topografía. En cuencas como Zanjón del Gliptodonte y 27 de Diciembre, donde la pendiente máxima es elevada, sucede que el valor medio decrece, lo que contribuye a que los picos de crecidas sean menos violentos, dado también que sus superficies discurren principalmente sobre gradientes bajos de pendiente. Asimismo, ello se corrobora con los tiempos de concentración de ambas subcuencas (tabla 5). De las Cortaderas, Providencia y San Antonio presentan valores no tan significativos en relación con los parámetros del relieve, lo que determina que las crecidas no sean tan súbitas. Dadas las características topográficas analizadas de las cuencas de El Campamento, El Perdido y Pantanosos, se infiere que la potencialidad para generar crecidas es menor, todas ellas con tiempos de concentración más altos. Cabe destacar que en el área no existen datos cuantitativos concretos que indiquen la contribución diferencial de cada una de las subcuencas en la producción de crecidas. En este sentido, este estudio puede ser una aproximación a ello de manera complementaria a trabajos precedentes (Gentili, 2012; Moretto et al., 2019; Moretto et al., 2023).

Tabla 5. Índices morfométricos asociados al relieve

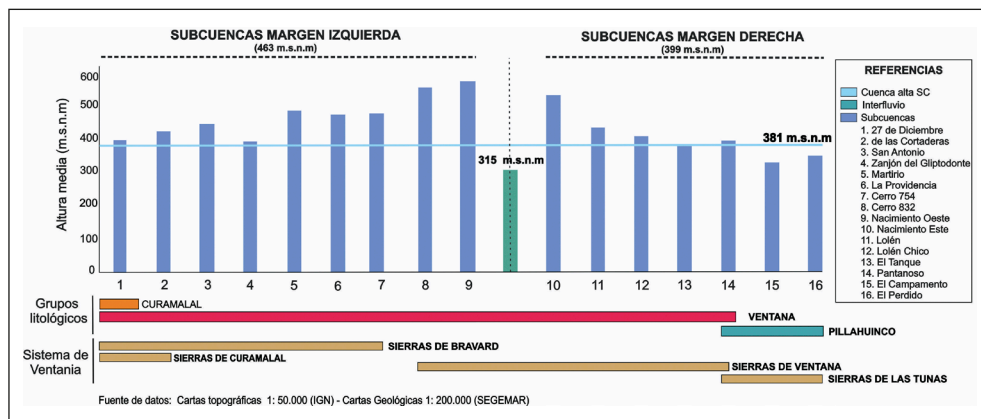
Cuenca	Índices					
	Tiempo de concentración (h)	Coefficiente de torrencialidad	Razón de relieve	Relación de relieve	Coefficiente de masividad	Coefficiente orográfico
27 de Diciembre	6,00	0,63	0,02	0,01	0,005	2,67
Cerro 832	0,41	5,27	0,12	0,05	0,137	91,37
Cerro 754	0,68	2,00	0,09	0,03	0,047	29,21
de las Cortaderas	2,44	0,53	0,04	0,01	0,012	6,49
El Campamento	1,7,	1,61	0,02	0,01	0,028	9,71
El Perdido	4,33	0,90	0,01	0,01	0,004	1,98
El Tanque	0,87	6,28	0,02	0,01	0,086	33,92
La Providencia	1,25	0,22	0,06	0,03	0,034	21,30
Lolén	1,26	1,53	0,04	0,01	0,025	12,26
Lolén Chico	0,83	7,38	0,03	0,01	0,089	36,41
Martirio	1,25	6,15	0,07	0,03	0,031	19,51

Cuenca	Índices					
	Tiempo de concentración (h)	Coefficiente de torrencialidad	Razón de relieve	Relación de relieve	Coefficiente de masividad	Coefficiente orográfico
Nacimiento Este	0,60	1,53	0,09	0,03	0,051	34,60
Nacimiento Oeste	0,38	6,44	0,14	0,05	0,091	62,79
Pantanoso	4,69	3,91	0,02	0,01	0,003	1,83
San Antonio	2,20	1,14	0,04	0,02	0,019	11,50
Zanjón del Gliptodonte	1,43	0,68	0,06	0,02	0,021	11,27

### *Análisis de los parámetros del relieve a nivel de cuencas según la margen del curso principal*

Las cuencas de la margen derecha tienen su origen en las Sierras de Ventana y de las Tunas. Con excepción de Nacimiento Este y Pantanoso, presentan alturas medias y desniveles altitudinales más bajos respecto de las localizadas en la margen izquierda (figura 7). Por el contrario, los cursos de la margen izquierda drenan las Sierras de la Ventana, de Bravard y Curamalal, que presentan mayores alturas (figura 7). Esta diferencia altitudinal entre ambas márgenes puede incidir directamente en el comportamiento hidrológico de cada una de ellas.

Figura 7. Altura media a nivel de cuencas según la margen (indicando grupos litológicos sobre los que evolucionan y sierras donde se localizan)

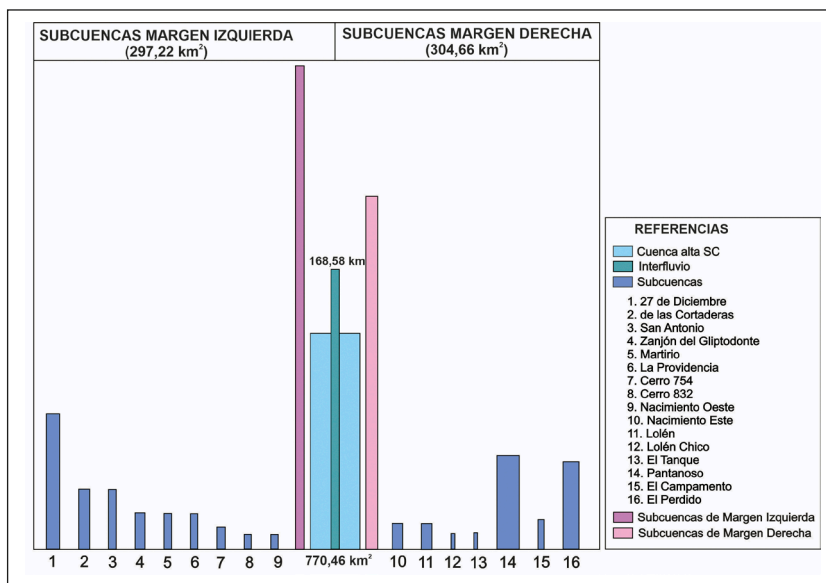


Fuente: elaboración propia.

Los rectángulos equivalentes de las subcuencas (figura 8) muestran que la superficie fuente de contribución de la margen derecha es levemente mayor que la izquierda. En la margen derecha se encuentran

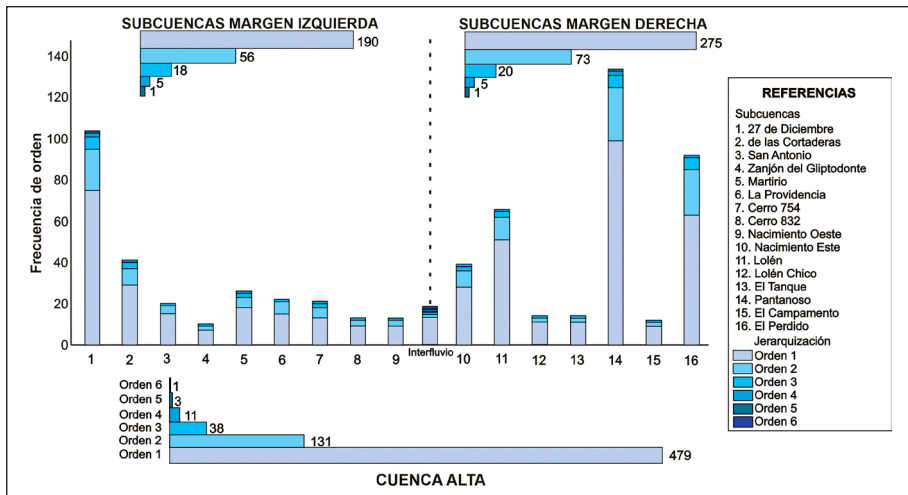
dos de las tres subcuencas de mayor superficie (Pantanosos y El Perdido), que tienden a recoger mayor cantidad de precipitación (Chow et al., 1994).

Figura 8. Áreas (mediante rectángulo equivalente) para cuencas según la margen



Las subcuencas de la margen derecha poseen una mayor cantidad de cauces de orden 1 (figura 9), tal como indicaron Gil et al. (2009) para algunas de estas subcuencas, asociado a que la mayoría de las unidades discurren sobre el grupo litológico Lolén (formado por areniscas), que, según Demoulin et al. (2005), son fácilmente erosionables (figuras 3 y 7). Cuanto mayor sea el número de cursos de primer orden y menor la superficie, la torrencialidad de la cuenca será mayor (Romero Díaz y López Bermúdez, 1987; Busnelli y Horta, 2014). Por tanto, a partir del cálculo del coeficiente de torrencialidad, se infiere que esta margen presenta mayores niveles de torrencialidad, donde Lolén presenta valores de  $C_t$  de 7,38, Nacimiento Este de 6,44, El Tanque de 6,28 y Lolén Chico de 6,15 (tabla 5). No obstante, en las subcuencas de la margen izquierda (a excepción de 27 de Diciembre), al presentar una menor superficie, la potencialidad de generar crecidas súbitas es mayor. Asimismo, las alturas y pendientes medias de las subcuencas superan la media de la cuenca alta en general (figura 7), por lo que aumenta la probabilidad de generar crecidas repentinas en sus redes de drenaje. En general, se observa que las cuencas de la margen izquierda (a excepción de Zanjón del Gliptodonte) presentan cuencas empinadas y ligeramente empinadas según la clasificación de Van Zuidam (1989).

Figura 9. Jerarquización de la red de drenaje a nivel de grupos de cuencas y de la CASC



### CONCLUSIONES

El trabajo se centra en el análisis de los factores que permiten analizar la dinámica hidrográfica de la cuenca alta del arroyo Sauce Corto en función de parámetros morfométricos asociados a las formas del relieve. Su estudio proporciona una descripción de las características de relieve de la cuenca por su fuerte influencia en los fenómenos de escorrentía superficial, infiltración y erosión hídrica. Permite comprender la distribución y asociación de las variables que configuran el peligro, en este caso en particular, asociado a eventos de inundación.

Del análisis a nivel de subcuenca, se puede esperar que las cuencas Nacimiento Oeste, Nacimiento Este, Cerro 832, Cerro 754 y Martirio tengan una rápida concentración de las aguas debido a sus altas pendientes medias y dimensiones reducidas (menores a 100 km<sup>2</sup>). Para las restantes unidades, dado que no presentan valores tan significativos en relación con los parámetros del relieve, se pueden esperar crecidas menos bruscas respecto de las descritas inicialmente. Cabe destacar que subcuencas como Lolén, Lolén Chico y el Tanque tienen la particularidad de que su desnivel altitudinal y su altura media rondan los valores más bajos dentro de la cuenca. No obstante, su jerarquización, su pendiente media y su superficie sobre gradientes medios de pendiente 4-8° determinan un comportamiento diferencial. Por tanto, a partir del análisis de las unidades de la región del suroeste y sur, es posible inferir crecidas súbitas potenciadas por los elevados gradientes de las pendientes. El relieve moderadamente bajo a bajo está presente en la región central –este de la cuenca–, con los menores gradientes de pendiente.

En relación con el análisis de cuencas según las márgenes, se observó que la disposición general de la cuenca alta del arroyo SC respecto al Sistema de Ventania da como resultado que las unidades de la margen izquierda presenten una mayor altura máxima, valores más altos de desnivel y de pendiente media del terreno, características que posibilitan que la potencialidad de generar crecidas sea mayor.

Desde esta perspectiva, el análisis a nivel de márgenes resulta de relevancia con fines de conocimiento hidrológico y de gestión del agua entendida como recurso y como peligro.

La presente investigación es un aporte a la caracterización del relieve como factor de la peligrosidad de inundación en el área, al mismo tiempo que contribuye al posterior estudio de dicho riesgo. El aporte ayuda en la consideración de distintos niveles categóricos (subcuencas de manera individual y subcuencas según márgenes) en el momento de realizar inferencias en términos de respuesta hidrológica, así como en la generación de información en el marco de cuencas no aforadas.

#### AGRADECIMIENTOS Y FUENTES DE FINANCIACIÓN

El presente trabajo se desarrolló en el marco del PGI “Geografía Física Aplicada al estudio de la interacción sociedad-naturaleza. Problemáticas ambientales a diversas escalas témporo-espaciales” (24/G092) (SGCyT-UNS).

#### REFERENCIAS

- Aumassanne, C. M., Gaspari, F. J., Bege, M. E., Sartor, P. D., Oricchio, P., & Di Bella, C. M. (2018). Morfometría de la cuenca alta del Río Colorado, Argentina. *Boletín Geográfico*, 1(40), 13-29. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6632148>
- Busnelli, J. & Horta, L. R. (2014). Morfometría de cuencas montañas y metamorfosis fluvial, Tucumán. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 71(1), 11-20. <https://revista.geologica.org.ar/raga/article/view/431>
- Bruniard, E. (1992). *Hidrografía. Procesos y tipos de escurrimiento superficial*. CEYNE.
- Cabrera, M. (1976). Regiones fitogeográficas de la República Argentina. En Kugler, W. (ed.). *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería* (2.ª ed., pp. 1-85). ACME SACI.
- Camino, M. A., Bó, M. J., Cionchi, J. L., López de Armentia, A., Del Río, J. L., & De Marco, S. G. (2018). Estudio morfométrico de las cuencas de drenaje de la vertiente sur del sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Revista Universitaria de Geografía*, 27(1), 73-97. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1852-42652018000100005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-42652018000100005&lng=es&tlng=es)
- Campo de Ferreras, A. M., Capelli de Steffens, A., & Diez, P. (2004). *El clima del suroeste bonaerense*. Universidad Nacional del Sur, Departamento de Geografía y Turismo.
- Casado, A. & Campo, A. M. (2019). Extremos hidroclimáticos y recursos hídricos: estado de conocimiento en el suroeste bonaerense, Argentina. *Cuadernos Geográficos*, 58(1), 6-26. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v58i1.6751>
- Chow, V., Maidment, D., & Mays, L. (1994). *Hidrología aplicada*. McGraw-Hill.
- De Martonne, E. (1940). *Traité de Géographie Physique* (6.ª ed.). Armand Colin.
- Demoulin, A., Zarate, M., & Rabassa, J. (2005). Long-term landscape development: A perspective from the southern Buenos Aires ranges of east central Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 19(2), 193-204. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2004.12.001>



- Dimieri, L. V. L., Delpino, S., & Turienzo, M. M. (2005). Estructura de las Sierras Australes de Buenos Aires. Geología y Recursos Naturales de la provincia de Buenos Aires. *Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino, January*, 101-118.
- Espinosa Rodríguez, L. M., Balderas Plata, M. Á., & Baro Suárez, J. E. (2018). El relieve, factor para la génesis, desarrollo y gestión del riesgo. *CIENCIA Ergo Sum*, 25(1), 1-14. <https://doi.org/10.30878/ces.v25n1a4>
- Fucks, E. E., D'Amico, G., Pisano, M. F., & Nuccetelli, G. (2017). Evolución geomorfológica de la región del Gran La Plata y su relación con los eventos catastróficos. *Revista de La Asociación Geológica Argentina*, 74(2), 141-154. <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/raga/article/view/9053/9530>
- García Martínez, B., Gil, V., Carbone, M. E., & Simeón, C. P. (2016). Caracterización del patrón hidromorfológico del arroyo de la ventana en su tramo medio alto (Buenos Aires, Argentina). *Estudios Geográficos*, 77(281), 521-541. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201617>
- Gentili, J. O. & Gil, V. (2013). Variabilidad temporal de las precipitaciones en vertientes opuestas del Sistema de Ventania, Buenos Aires, Argentina. *Revista Universitaria de Geografía*, 22(1-2), 147-166. <http://hdl.handle.net/11336/10364>
- Gentili, J. O. (2012). Hidrografía del Arroyo Sauce Corto aplicada al estudio de las inundaciones y anegamientos [Tesis doctoral]. Departamento de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/494>
- Gil, V., Gentili, J., Campo, A., Jelinski, G., & Crisafulli, M. (2016). Evaluación del peligro potencial de crecidas en cuencas serranas. Sistema de Ventania, provincia de Buenos Aires. *Tercer Encuentro de Investigaciones en Formación de Recursos Hídricos*. [https://www.ina.gob.ar/ifrh-2016/trabajos/IFRH\\_2016\\_paper\\_133.pdf](https://www.ina.gob.ar/ifrh-2016/trabajos/IFRH_2016_paper_133.pdf)
- Gil, V. (2010). *Hidrogeomorfología de la cuenca alta del río Sauce Grande aplicada al peligro de crecidas* [Tesis doctoral]. Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur. [http://bibliotecadigital.uns.edu.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1852-42652009001100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://bibliotecadigital.uns.edu.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-42652009001100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Gil, V., Gentili, J., & Campo, A. M. (2009). Influencia de la litología en la variación de los parámetros morfométricos, Sistema de Ventania, Argentina. *Papeles de Geografía*, 49-50, 55-68. <http://hdl.handle.net/11336/68746>
- Gil, V., Volonté, A., & Campo, A. M. (2019). Índices morfométricos a diferentes escalas aplicados al peligro de crecidas en cuencas pequeñas. Cuenca del arroyo San Bernardo, Argentina. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 20(4), 811-824. <https://doi.org/10.20502/rbg.v20i4.1598>
- González, M. (2018). *Hidrogeomorfología de la cuenca del arroyo Saladillo de García aplicada al ordenamiento del periurbano de Bahía Blanca* [Tesis de grado]. Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/5773>
- Gregory, K. & Walling, D. (1973). *Drainage basin. Form and process: a geomorphological approach*. Edward Arnold.
- Harrington, H. (1947). Explicación de las Hojas Geológicas 33m (Sierra de Curamalal) y 34m (Sierra La Ventana). Provincia de Buenos Aires. *Boletín de la Dirección de Minería y Geología*, 61, 1-43.

- Japas, M. S. (1999). Revisión de las teorías acerca del origen del arco de las Sierras Australes de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 54(1), 9-22. [https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/collection/paper/document/paper\\_00044822\\_v54\\_n1\\_p9\\_Japas](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/collection/paper/document/paper_00044822_v54_n1_p9_Japas).
- Jardí, M. (1985). Forma de una cuenca de drenaje. Análisis de las variables morfométricas que nos la definen. *Revista de Geografía*, XIX, 41-68. <https://www.raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/download/45789/56812>
- Khan, I., Bali, R., Agarwal, K. K., Kumar, D., & Singh, S. K. (2021). Morphometric Analysis of Parvati Basin, NW Himalaya: A Remote Sensing and GIS Based Approach. *Journal of the Geological Society of India*, 97(2), 165-172. <https://doi.org/10.1007/s12594-021-1648-8>
- Khattoon, T. & Javed, A. (2022). Morphometric Behavior of Shahzad Watershed, Lalitpur District, Uttar Pradesh, India: A Geospatial Approach. *Journal of Geographic Information System*, 14(03), 193-220. <https://doi.org/10.4236/jgis.2022.143011>
- Llamas, J. (1993). *Hidrografía General, Principios y Aplicaciones*. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.
- López Báez, W. (2014). Análisis del manejo de cuencas como herramienta para el aprovechamiento sustentable de recursos naturales. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, XIII(2), 39-45. <https://doi.org/10.5154/r.rchsa.2012.06.017>
- Mahala, A. (2020). The significance of morphometric analysis to understand the hydrological and morphological characteristics in two different morpho-climatic settings. *Applied Water Science*, 10(1). <https://doi.org/10.1007/s13201-019-1118-2>
- Melton, M. A. (1957). *An analysis of the relation among elements of climate, surface properties and geomorphology*. Office of Naval Research Project NR389-04.
- Méndez Mata, W. J., Carrera Ramos, J. M., & Rivas Rodríguez, L. J. (2015). Geomorfometría de cuencas de drenaje de la vertiente norte del macizo “El Ávila” (Estado Vargas, Venezuela): implicaciones hidromorfodinámicas. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 16(3), 501-530. <https://doi.org/10.20502/rbg.v16i3.657>
- Moreira Braz, A., Mirándola García, P. H., Pinto, A. L., Salinas Chávez, E., & Oliveira, I. J. de. (2020). Manejo integrado de cuencas hidrográficas: posibilidades y avances en los análisis de uso y cobertura de la tierra. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 29(1), 69-85. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v29n1.76232>
- Moretto, B., Gentili, J. O., & Campo, A. M. (2019). Análisis morfométrico multiescalar en la cuenca alta del arroyo Sauce Corto (Buenos Aires, Argentina). *Huellas*, 23(2), 149-167. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.19137/huellas-2019-2316>
- Moretto, B., Gentili, J. O., & Campo, A. M. (2023). Morfología de vertientes en áreas serranas: cuenca alta del arroyo Sauce Corto (Argentina) Slope morphology in hilly area: Sauce Corto's upper basin (Argentina). *Revista Geográfica Digital*, 20, 3-19. <https://doi.org/10.30972/geo.20396370>
- Ocaña, R. E., Flores, D. G., Pittaluga, M. A., & Cortez Taillant, V. S. (2020). Aplicación de índices geomorfométricos, para el análisis del sistema erosivo fluvial de la cuenca matagusanos. Precordillera

- de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 77(1), 174-191. <https://revista.geologica.org.ar/taga/article/view/21>
- Ortuño Cano, M. de los Á. & Gentili, J. O. (2022). Influência de fatores físicos no padrão fluvial e setorização da bacia do cura influence of physical factors on the fluvial pattern and sectorization of the Cura Malal Grande basin (Argentina). *Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia*, 20(3), 241-263. <https://doi.org/https://doi.org/10.5016/estgeo.v20i3.16753>
- Pedraza Gilsanz, J. (1996). *Geomorfología. Principios, métodos y aplicaciones*. Rueda.
- Pereyra, F. & Ferrer, J. (1995). Geomorfología del flanco nororiental de las Sierras Australes, provincia de Buenos Aires. *IV Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses*, 239-247.
- Pereyra, F., Tchilinguirian, P., Copolecchia, M., Cavallaro, S., Fratolocchi, C., Borello, L., Milanese, J. B., & Suriano, J. M. (2001). *Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina. Carta de Línea de Base Ambiental 3763-IV Coronel Suárez Provincia de Buenos Aires. Boletín 307*. <http://repositorio.segemar.gov.ar/308849217/2099>
- Pike, R. J., Evans, I. S., & Hengl, T. (2009). Geomorphometry: A brief guide. En Hengl, T. & Reuter, H. I. (eds.). *Geomorphometry - Concepts, Software, Applications*, 33(C), 3-30. Elsevier Ltd. [https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)00001-9](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)00001-9)
- Romero Díaz, M. A. & López Bermúdez, F. (1987). Morfometría de redes fluviales: Revisión crítica de los parámetros más utilizados y aplicación al Alto Guadalquivir. *Papeles de Geografía (Física)*, 12, 47-62. <https://revistas.um.es/geografia/article/view/42391/40741>
- Rotger, D. (2017). Fluvial landscape and territory planning. Perspectives of integration in the Metropolitan Region of Buenos Aires. *Revista de Urbanismo*, 37, 1-15. <http://dx.doi.org/10.5354/0717-5051.2017.47085>
- Sala, M. & Gay, R. (1981). Algunos datos morfométricos de la cuenca de Isábena. *Notes de Geografía Física*, 4, 41-65.
- Sastre Olmos, P. (2010). *Sistemas de información geográfica (SIG). Técnicas básicas para estudios de biodiversidad*. Instituto Geológico y Minero de España.
- Schumm, S. (1956). The evolution of drainage systems and slopes in bad lands at Perth Amboi, New Jersey. *GSA Bulletin*, 67(5), 597-646. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1956\)67\[597:EODSAS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1956)67[597:EODSAS]2.0.CO;2)
- Sellés-Martínez, J. (2001). Geología de la Ventania (Provincia de Buenos Aires (Argentina)). *Journal of Iberian Geology*, 27, 43-69. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=273869>
- Senciales González, J. (1999). *Redes fluviales. Metodología de análisis*. Universidad de Málaga.
- Sharma, R., Rajwant, S., Singh, Y., Singh, N., & Sangra, R. (2022). Morphometric Analysis of Baner, Neogal and Awa River Basins, Himachal Pradesh, India. *Journal of the Geological Society of India*, 98(1), 125-132. <https://doi.org/10.1007/s12594-022-1938-9>
- Silva, J. R. I., Montenegro, A. A. de A., Farias, C. W. L. de A., Jardim, A. M. da R. F., Silva, T. G. F. da, & Montenegro, S. M. G. L. (2022). Morphometric characterization and land use of the Pajeú river basin in the Brazilian semi-arid region. *Journal of South American Earth Sciences*, 118. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2022.103939>

- Sosa, G. & Ojeda, G. (2014). Morfometría comparada de tres cuencas hídricas en la ladera occidental de la sierra de Comechingones. San Luis, Argentina. *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente*, 33, 73-81. <https://www.editoresasagai.org.ar/ojs/index.php/rgaia/article/view/73>
- Strahler, A. (1964). Quantitative geomorphology of drainage basin and channel networks. En Chow, V. T. (ed.). *Handbook of applied hydrology compendium of water-resources technology* (pp. 39-76). McGraw-Hill Book Co.
- Van Zuidam, R. (1985). *Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping*. Smits, The Hague.
- Vargas, M., Rothis, M., Esper Angillieri, M. Y., Perucca, L., & Vargas, N. (2020). Análisis morfológico y morfotectónico de dos cuencas fluviales intermontanas colineales y opuestas de la Precordillera, Andes Centrales de Argentina. *Boletín de La Sociedad Geológica Mexicana*, 72(1). <https://doi.org/10.18268/bsgm2020v72n1a111019>
- Varón Gutiérrez, S. D. & Vargas Cuervo, G. (2019). Análisis de la susceptibilidad por inundaciones asociadas a la dinámica fluvial del río Guatiquía en la ciudad de Villavicencio, Colombia. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 28(1), 152-174. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v28n1.70856>
- Vich, A. I., Pasquali, E. L. V., Otta, S. A., Lauro, C., & Bastidas, L. B. (2021). Morphometric analysis of basins located in the piedmont of central Western Argentina. *Cuadernos Geográficos*, 60(1), 295-312. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v60i1.9639>
- Villón Bejar, M. (2004). *Hidrología*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Volonté, A. (2017). *Geomorfología Fluvial aplicada al peligro de crecidas. Cuenca del arroyo San Bernardo, Sistema de Ventania, Argentina* [Tesis doctoral]. Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur. <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/3453>
- Von Gosen, W., Buggisch, W., & Dimieri, L. V. (1990). Structural and metamorphic evolution of the Sierras Australes (Buenos Aires Province, Argentina). *Geologische Rundschau*, 79(3), 797-821. <https://doi.org/10.1007/BF01879216>
- Zapperi, P., Ramos, M., Gil, V., & Campo, A. M. (2007). Caracterización de las precipitaciones estivales en el Suroeste bonaerense. *Contribuciones Científicas*, 1(2), 483-491. <http://hdl.handle.net/11336/94838>

Cómo citar este artículo:

Moretto, Belén, Gentili, Jorge O., & Campo, Alicia M. (2023). El relieve como un factor de la peligrosidad de inundación en la cuenca alta del arroyo Sauce Corto (Buenos Aires, Argentina). *Cuadernos de Geografía*, 111, 33-56. <https://doi.org/10.7203/CGUV.111.26542>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.

YAYA MAIGA<sup>a</sup>

## MARKET GARDENING EXPLOITATIONS IN THE LOWLAND OF SOURGOU-CENTER: BETWEEN VARIABILITY IN FARMING PRACTICES, LAND PRECARITY, SPATIAL- ENVIRONMENTAL INEQUALITIES, AND PRODUCERS' ADAPTATION STRATEGIES

### ABSTRACT

In the center of the commune of Sourgou, market gardening is developed during the dry season, facilitated by the development of the Sourgou-center dam and the presence of wetlands along the lowland area. Based on a literature review combined with quantitative and qualitative data collected from market garden producers and landowners in the Sourgou-center lowland, this article analyzes the principles of development and the inequalities resulted from market gardening, as well as it identifies the various adaptation strategies used by farmers to tackle land insecurity in the research area. A total of 143 farmers, 8 landowners and 8 heads of market garden producers' associations were interviewed. The results of the survey show that the land in the Sourgou-center lowland is used for market gardening by both native populations (64.11 %) and non-native populations (35.89 %). Market gardening generated inequality within the market garden sites of the Sourgou lowlands, reflected in plot size (23.12 %), and segregation in terms of spatial or environmental occupation into producer subgroups based on residence or autochthony (75.14 %). Plots smaller than 0.18 ha are more frequently farmed by non-landowning farmers, while larger plots (larger than 0.18 ha) are usually farmed by landowners or farmers from their family. In addition, the precarious nature of market gardening is reflected in the size of the plots and the principles and rules governing the development of market gardening land in the research area. The strategies developed by producers and especially landless people to tackle the precarious land tenure

---

<sup>a</sup> Department of Geography, University Norbert ZONGO, Research Laboratory in Human and Social Science (LABOSHS), Koudougou, Burkina Faso. maigayay2@gmail.com

Fecha de recepción: 18-07-2023. Fecha de aceptación: 13-12-2023.

and exploitation in the area under investigation include respect for the principles and rules of exploitation (FRC = 0.81), operating plots within solidarity groups (FRC = 0.69), respecting landowners and market-gardening group leaders (FRC = 0.28), indirect tenancy (FRC = 0.17) and choosing to operate plots on different market-gardening sites (FRC = 0.02).

KEYWORDS: market gardening; Sourgou-center lowland; spatio-environmental inequality; land insecurity; adaptation strategy; Burkina Faso.

## EXPLOTACIONES DE HORTICULTURA EN LAS TIERRAS BAJAS DEL CENTRO DE SOURGOU: ENTRE LA VARIABILIDAD EN SUS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS, LA PRECARIEDAD DE LA TIERRA, LAS DESIGUALDADES ESPACIOAMBIENTALES Y LAS ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN DE SUS PRODUCTORES

### RESUMEN

En el centro de la comuna de Sourgou, la horticultura se lleva a cabo durante la estación seca, facilitada por el desarrollo de la presa del centro de Sourgou y la presencia de humedales a lo largo de su zona baja. A partir de una revisión bibliográfica combinada con datos cuantitativos y cualitativos provenientes de productores hortícolas y terratenientes de las tierras bajas del centro de Sourgou, este artículo analiza los principios de desarrollo y las desigualdades derivadas de la horticultura, además de identificar las diversas estrategias de adaptación utilizadas por los agricultores para hacer frente a la inseguridad de la tierra en la zona de investigación. Se entrevistó a un total de 143 agricultores, 8 propietarios de tierras y 8 responsables de asociaciones de productores hortícolas. Los resultados del estudio muestran que las tierras de la llanura del centro de Sourgou se destinan a la horticultura entre la población autóctona (64,11 %) y no autóctona (35,89 %). La horticultura genera desigualdades entre las parcelas de horticultura de la llanura de Sourgou, que se reflejan en su tamaño (23,12 %) y en la división en términos de ocupación espacial o medioambiental en distintos subgrupos de productores sobre la base de la residencia o la autoctonía (75,14 %). Las parcelas menores de 0,18 ha son cultivadas en mayor medida por agricultores no propietarios, mientras que las parcelas mayores (de más de 0,18 ha) son cultivadas por propietarios o agricultores de una misma familia. Además, la naturaleza precaria de la horticultura se refleja en el tamaño de las parcelas y en los principios y normas que rigen el desarrollo de esta actividad en la zona estudiada. Las estrategias desarrolladas por los productores y especialmente por los que carecen de terrenos para hacer frente a la precariedad en la tenencia y explotación de la tierra en el área de análisis incluyen el respeto a los principios y normas de explotación (FRC = 0,81), la explotación de las parcelas en cooperativas (FRC = 0,69), el respeto a propietarios y a líderes de grupos de horticultura (FRC = 0,28), la tenencia indirecta (FRC = 0,17) y la alternativa de explotar los terrenos en distintas localizaciones (FRC = 0,02).

PALABRAS CLAVE: horticultura; zona baja del centro de Sourgou; desigualdad espacioambiental; inseguridad de la tierra; estrategia de adaptación; Burkina Faso.

## INTRODUCTION

Initiated in the colonial period (Gross, 2018, p. 23), the cultivation of off-season vegetables in Pabré and the Bam area around the 1920s (Zoungrana, 1998, p. 26), an irrigated activity around micro and large dams, as well as in lowland areas, continues to draw the attention of a significant majority of Burkinabe. The development of irrigated and market-garden production in rural and peri-urban areas has contributed to the reorganization and transformation of Sahelian landscapes (Gross, 2018). Furthermore, it has played a role in reshaping power relations among stakeholders (Yaméogo, 2005, p. 111) and has led to territorial inequality in terms of development between areas heavily involved in irrigated production and those weakly irrigated or not irrigated at all.

Beyond territorial inequalities (Yaméogo et al., 2020), the development and exploitation of irrigation areas give rise to various forms of disparities, namely environmental, spatial, land, social, and gender inequalities (Le Roy, 2006). They contribute to the exclusion of vulnerable classes in society, particularly women. Inequality in lowland areas, in a context of land pressure, also fosters intergenerational conflicts (Di Roberto, 2019, p. 44). Additionally, it marginalizes the poor links within the community who typically only exploit portions of plots (Gharbi & Elloumi, 2023).

Land issues in lowland areas also lead to a redefinition of access and exploitation rules, contributing to the exclusion of the weaker sections in terms of land access (Kra, 2018, p. 228). The submerged zone in the center of the commune of Sourgou is being developed by a number of actors from diverse backgrounds (Kougsin, Namalgan, Sabou, Ziniare, Ouagadougou), especially during the dry season. They exploit market garden sites developed by rural development projects such as external actors –namely, NGOs–, but also by the local population itself (Sanou et al., p. 202). This diversity of farm types, combined with the plethora of actors involved, has necessitated the development of unwritten farm rules dictated by landowners and market gardening group leaders or farm managers. These principles concerning the use of market garden land often contribute in varying degrees to the land insecurity of certain farmers, such as the landless or farmers who do not own land. They therefore contribute to making it difficult for these actors to access and exploit the land. In order to respond to or adapt to land management mechanisms, landless farmers develop adaptive strategies to temporarily secure land tenure. This study aims to analyze the rules and inequalities involved in the market gardening of the Sourgou-center lowland. It also identifies the different adaptation strategies of famers facing land precariousness.

## LITERATURE REVIEW, PRESENTATION OF THE RESEARCH AREA AND METHODOLOGICAL APPROACH

The main points of this section are the state of the literature on the subject, the presentation of the research framework and the working methodology.

### *Literature review*

The themes addressed in the literary review are essentially all the inequalities generated by the exploitation of low-lying areas, submerged zones, or plains. These inequalities range from access to land to its valorization, as well as access to irrigation water. This literature also deals with the adaptation strategies developed by actors in irrigation areas so as to achieve plausible land security.

#### Inequality in lowland areas

Several previous studies have addressed inequalities in lowland areas. Violence surrounding land access leads to a deep fracture and social exclusion (Touoyem, 2022). It creates inter and intra-ethnic inequality within the same social stratum (Leo & Garambois, 2017, p. 5). The dynamics of agricultural land management and that of submerged areas, which have led to new forms of access to land such as selling and renting, have also led to inequalities between farmers with insufficient funds and others who are better endowed financially (Gharbi & Elloumi, 2023, p. 9). These reforms have contributed to exclude a large number of farmers not only from access to land, but also from making major investments or developing it (Roy, 2006; Ouassissouet al., 2019). It also creates relationships of domination and social injustice in land governance within irrigated perimeters (Daré et al., 2023).

Gender inequalities in lowlands and agricultural areas are more a question of discrimination between men and women in terms of access to land or farm size (Le Roy, 2006; Sanou, 2008, p. 43; Tall et al., 2002, p. 29). They therefore contribute to the social vulnerability of farmers (Serpantié et al., 2019, p. 9), particularly women.

In addition to social and gender inequalities, the development of dams for irrigation and the exploitation of lowlands create other territorial or intra-territorial dualities and inequalities in terms of unequal access to factors of production (Kadiri & El Farah, 2013, p. 3).

However, the inequalities discussed in the literature rarely take into account the spatio-environmental inequalities generated by the distribution or spatial occupation of the farm site environment into producer sub-groups based on autochthony or residence.

#### Adaptation strategies to land tenure insecurity in market garden or lowland production areas

The problems of insecurity and land pressure in rural areas have prompted farmers to develop adaptation strategies. Farming in the “Tos” forest in Bouaflé (Côte-d’Ivoire) has required intensification, a crop association or the practice of other non-agricultural activities as a response to land pressure (Konan & Aloko-N’guessan, 2019, p. 167). Land tenure arrangements between production actors have been identified by other authors as farm-level land tenure strategies in lowland areas. These plot-related arrangements include temporary loans, leases, and indirect tenancy (Adamczewski et al., 2013, p. 43; Clément et al., 2019, p. 16). Although they are informal and contrary to specifications, these land tenure arrangements enable the plot beneficiary to overcome land constraints and result in the failure of the land tenure system in force in lowland areas (Adamczewski, 2014, p. 252; Gharbi & Elloumi, 2023,



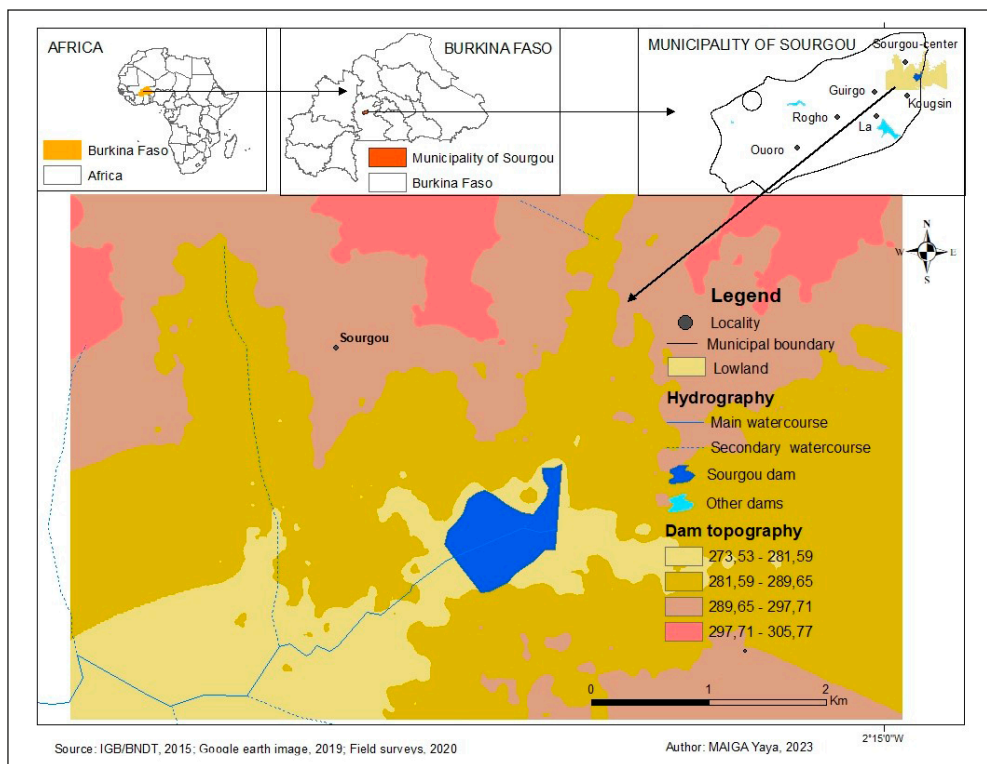
p. 10). In some cases, agricultural migrants or land-seeking farmers who are likely to be in a situation of land insecurity opt to buy land to protect themselves from eviction (Nana, 2018, p. 14).

All the coping strategies for land tenure pressure and insecurity in lowland farming areas fail to consider the importance of group farming sites, as well as the weight and roles of influential landowners, group leaders and farm managers in land tenure security mechanisms.

*Presentation of the research framework*

The research area is the lowland of Sourgou-center. The commune of Sourgou is one of the 14 communes of the Boulkiemdé province in central-western Burkina Faso. It lies between 12° 7' 0" and 12° 1' 30" north latitude and between 2° 26' 30" and 2° 15' 30" west longitude. The vast majority of the commune of Sourgou is located on flat terrain, with altitudes fluctuating between 200 and 300 m. The lowland sites occupy around 30 % of the communal land area (PCD Sourgou, 2015). The Sourgou-center lowland (273.53-281.59 m) is drained by a main stream (river), a tributary of the Mouhoun watershed, and secondary streams (figure 1).

Figure 1. Geographical location of research area



This multiplicity of lowland areas, combined with the development of the Sourgou-center agricultural dam between 1984 and 1985, makes market gardening possible in the research area. Both sexes are involved in market gardening in the lowlands of Sourgou-center. However, the number of women producers is much higher (i. e. 81.82 %) than that of men (i. e. 18.18 %). Market gardening is the main economic activity for women in the study area during the dry season. They only benefit from a right of exploitation. As for the men, in addition to market gardening, they engage in other activities such as livestock breeding.

### *Methodological approach*

It covers the methodology of demographic sampling, data collection, processing and analysis.

#### Data collection and demographic sampling

As for data collection, the methodological approach developed for this study is both quantitative and qualitative. The quantitative research involved individual questionnaires sent to market gardeners in the Sourgou-center lowland. The qualitative study involved interviews with 8 landowners and 8 leaders of market gardening groups in the Sourgou-center lowlands. All these data were collected at market garden sites along the Sourgou-center lowland and dam. The questionnaires and interview guides were structured into five (5) parts: socio-demographic characteristics, spatio-environmental inequalities that emerge through the use of market garden sites, operating principles and rules, reasons for withdrawing from a market garden plot and producers' coping strategies in the face of land insecurity and land development in the research area.

The methodological approach was also based on documentary research. Field observation enabled us to identify the various inequalities that arise on the market garden farm at Sourgou-center.

A total of 143 market gardeners (out of a total of around 181 producers) were interviewed using Fisher's demographic sampling formula adopted by Coulibaly et al. (2021, p. 64):

$$n = \frac{t^2 \times P \times (1 - P)}{e^2}$$

Where  $n$  represents the target population to be surveyed;  $t$ , the 90 % confidence level in this case (standard value of 1.65);  $P$ , the proportion of the elements of the parent population in percent, here 15 %, and  $e$ , the margin of error at 5 % (standard value of 0.05).

These market gardeners in the lowlands of Sourgou-center were surveyed on the basis of their willingness to answer our questions.

#### Data processing and analysis

The data collected in the field were processed and analyzed. They are presented in the form of statistical tables and figures based on frequency calculations. Chi-square statistical tests were also used to show the dependencies between certain variables in the study.

In order to identify the adaptation strategies most frequently adopted by respondents in the face of land insecurity in the study area, we determined the relative frequency of citation (FRC) of each adaptation strategy. This shows the importance of a given strategy for the subjects surveyed. It is calculated according to the following formula (Tardío & Pardo-de-Santayana, 2008, p. 28):

$$FRC = \frac{FC}{N}$$

Where, *FRC* represents the relative frequency of quotation of a given strategy; *FC* is the number of informants who mention the strategy or the frequency of quotation and *N* the total number of informants interviewed during the field surveys. It varies from 0 to 1. A high *FRC* value or one close to 1 indicates the relevance of the said adaptation strategy in the face of land tenure and exploitation insecurity within the population surveyed, while a low *FRC* value or one close to 0 reflects a low tendency for the population to adopt such an adaptation strategy. It also expresses a low level of protection of this strategy against land insecurity in the research locality.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

The results successively present the socio-demographic characteristics of the population surveyed, land tenure and development insecurity as reflected in spatio-environmental inequalities and the principles of market garden plot management, as well as coping strategies in the face of this land tenure insecurity in the Sourgou-center lowland.

### *Socio-demographic characteristics*

The market garden sites in the Sourgou lowlands are farmed by a native population (i. e. 47.18 %) and a non-native population (i. e. 52.82 %). The allochthonous population is made up of people from neighboring villages such as Namalgan, as well as from towns such as Sabou, Ziniare and Ouagadougou (Sanou et al., 2022, p. 198). Furthermore, table 1 shows that the majority of non-native respondents are farmers, i. e. 23.44 %. As for natives, they are made up of 21.13 % simple farmers, 15.49 % landowners, 7.75 % group leaders and 2.82 % farm managers. Landowners (who also represent the native) in the lower Sourgou are divided among several families. These include Natenga, Kombeodo (Gnognonché), Gozourgou (Noonbguin), Gogo, Beneodo and Teengsoob-yiire. These families mainly come from the village of Kougsin and Sourgou-center. As a reminder, we refer to simple farmers in this paper as producers who are neither landowners nor farm group managers or leaders.

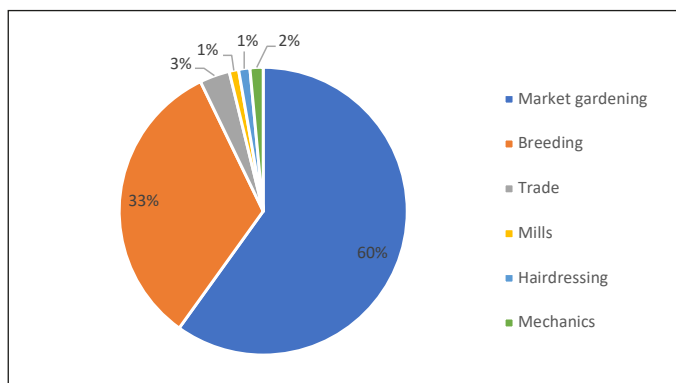
Table 1. Residence and family origin of producers

Family origin	Origin					
	No native		Native		Total	
	Number	Rate (%)	Number	Rate (%)	Number	Rate (%)
Family landowner	15	10.56	22	15.49	47	26.06
Family group leader	10	7.04	11	7.75	21	14.79
Simple farmer	49	34.51	30	21.13	79	55.63
Farm manager	1	0.70	4	2.82	5	3.52
Total	76	52.82	67	47.18	143	100.00

Source: field surveys, 2020.

As elsewhere in Burkina Faso, agriculture plays a significant role in the economic activities of the studied municipality. Through its rain-fed variant, it is the main activity of the interviewed individuals in the study area (i. e. 95.27 %). However, it is observed in the study area that rain-fed agriculture is supplanted by market gardening in the dry season, involving a significant portion of the population, with a rate of 59.92 % (figure 2).

Figure 2. Economic activities in the dry season in Sourgou



Source: field surveys, 2020.

The crops mostly grown by market gardeners are onions (i. e. 51.15 %), cabbage (i. e. 17.94 %) and local eggplants (i. e. 16.41 %). The choice of the type or species of market garden crops to be grown is not imposed. So just like the market garden sites cultivated by women in Senoufo country (Côte d'Ivoire), the choice of crops is left to the plot owner, depending on his or her ability to maintain the plot and

market demand (Fromageot et al., 2005, p. 57). The beneficiary of the plot has complete freedom and no constraints to decide on the type(s) of market garden crops to produce.

Market gardening in the lowlands of Sourgou-center gives rise to spatio-environmental inequalities.

*Sourgou market garden sites: production zones of spatial and environmental inequality and land tenure insecurity*

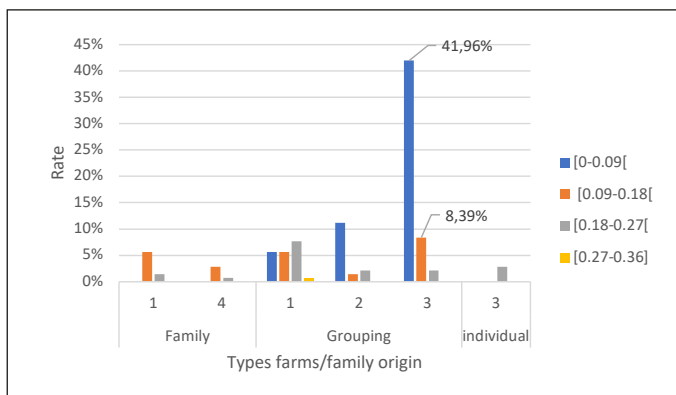
The production of inequality within the market garden sites of the Sourgou lowlands is reflected in plot size (i. e. 23.12 %), occupation of space (environment) (i. e. 75.14 %) according to the perception of the interviewees. Only 1.75 % of the respondents have no idea about social, environmental, and spatial inequalities in the market gardening activities in the research area.

**Inequality in farm plot size**

The size of the plots constitutes sources of spatial inequalities in the lowlands of Sourgou.

Inequality in the size of market garden plots is more noticeable in associated sites. In our context, associated sites refer to market gardening operations managed by a group of producers linked to rural development initiatives. In these farms, figure 3 shows that plots smaller than 0.18 ha are farmed at a rate of 50.35 % by farmers requesting plots. This category of producers is made up of non-natives and temporary farmers.

Figure 3. Size inequality of market garden plots in the Sourgou lowlands



Source: field surveys, 2020.

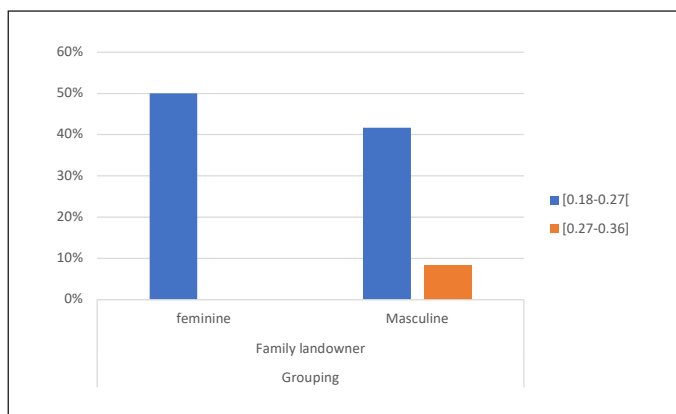
1: Farmers from landowner families; 2: Farmers from group leaders' families;  
 3: Simple farmers; 4: Farmers from farm managers' families.  
 Family: Family site; Group: Group site; Individual: Individual site

The larger plot areas (greater than 0.18 ha) are, on the other hand, cultivated by landowners or producers from these families, with a rate of 8.39 %. Furthermore, the chi-square independence test between the family origin of the operator and the plot area shows a relationship between these two

parameters ( $p\text{-value} = 9.2725E-11 < 0.05$ ). Enjoying the status of landowners or leaders, they secure the largest plot areas compared to other farmers. This is justified by the fact that it is these landowners who grant their land to groups of producers or to various projects for the development of the farm. Additionally, in other informal market garden sites, it is the landowners who convert their agricultural fields from the rainy season into vegetable gardens during the dry season. Also, according to Tall et al. (2002, p. 29), landowners' plots are larger than those of other farmers. Influential groups, commonly referred to as landowners, generally take up a significant portion of irrigated land, leaving the landless with a small portion of land (IIMI, 1996; GRET, 1992; Gouba, 1995, p. 45; Traoré, 2012, p. 75).

Analysis by gender shows a virtual absence of women in the categories of producers with plot sizes between 0.27 and 0.37, while men are represented at a rate of 8.33 % (figure 4).

Figure 4. Plot size by gender, family origin and farm type



Source: field surveys, 2020.

Previous work in irrigation areas also shows this gender inequality in relation to plot size (Tall et al., 2002, p. 29; Le Roy, 2006). Serpantié et al. (2019, p. 9) describe inequality in farm size as social vulnerability in the Dano lowland.

In addition to expressing inequality, the small size of farm plots in the research area also reflects land insecurity. Indeed, the average size of a farm plot is 0.09 ha. Furthermore, table 2 shows that a greater majority of farmers with secure land tenure farmed areas of between 0.18-0.27 and 0.27-0.36 ha, i. e. 14.69 % and 0.70 % respectively, compared with farmers with insecure land tenure. Furthermore, the chi-square test ( $p\text{-value} = 0.0014916 < 0.05$ ) shows a dependent relationship between the area farmed and the farmer's perception of land tenure insecurity.

Table 2. Land insecurity and farm plot size

Land insecurity	Plot size									
	[0-0.09[		[0.09-0.18[		[0,18-0.27[		[0.27-0.36]		Total	
	Number	Rate (%)	Number	Rate (%)	Number	Rate (%)	Number	Rate (%)	Number	Rate (%)
Yes, land insecurity	29	20.28	13	9.01	3	2.10	0	0	45	31.47
No, land insecurity	55	38.46	21	14.69	21	14.69	1	0.70	98	68.53
Total	84	54.74	34	23.78	24	16.78	1	0.70	143	100

Source: field surveys, 2020.

In the cultivation of irrigated perimeters in Mali (Tall et al., 2002, p. 40; Adamczewski et al., 2011, p. 3), the size of plots also constitutes a source of land insecurity among producers. These research findings align with studies conducted on irrigated perimeters in Mali, which has a local and traditional land management system similar to that of Burkina Faso. Additionally, these two neighboring countries share very close and similar social emergence contexts.

Inequality in the lowland of Sourgou is also manifested in the spatial occupation and organization of market garden sites.

### Environmental inequalities through market gardening in Sourgou

Market gardening in Sourgou reveals inequality in spatial and environmental occupation. Within the groups of producers, there is a noticeable division between groups of operators requesting plots or non-landowners and producers from the family of landowners. In fact, the landowners, who are the former landholders in the lowlands, retain the location or situation of their plots after the development and redistribution of the land portions. The lands of landowners or producers from landowner families are well-moistened, fertile, and easy to cultivate compared to other producers. In some cases, we observe proximity to wells or moist areas of the plots cultivated by the families of landowners and/or group leaders. This separation highlights a dynamic of social segregation that intensifies in the lowland exploitation zone of Sourgou-center. This social cleavage within market gardening operations in Sourgou reflects the social groups in the locality. Additionally, the emerging environmental inequality is explained by the diversity and plurality of production actors who not only come from different families but also have different origins. Among the producers, there are landowners, non-landowner operators, group leaders, male and female producers, and individuals of different generations. The land tenure status, manifested through being landowners or non-landowners, influential individuals, or leaders, contributes to the organization of space in the market garden sites in the lowland of Sourgou-center. The organization of space and the distribution of land among families and farmers thus reflect the history of colonization and land exploitation, structuring communal affiliations (Lavigne & Durand-Lasserre, 2009, p. 33). The control of space and the exploitation of the lowland in Sourgou-center thus lead to social divisions

within market garden sites. In the Kou basin, West Burkina Faso, Traoré (2012, p. 74) observes that initially settled producers or natives have acquired lands of better quality compared to other farmers.

The precarious land tenure of market gardeners in the lowlands of Sourgou is also explained by the principles and rules of exploitation.

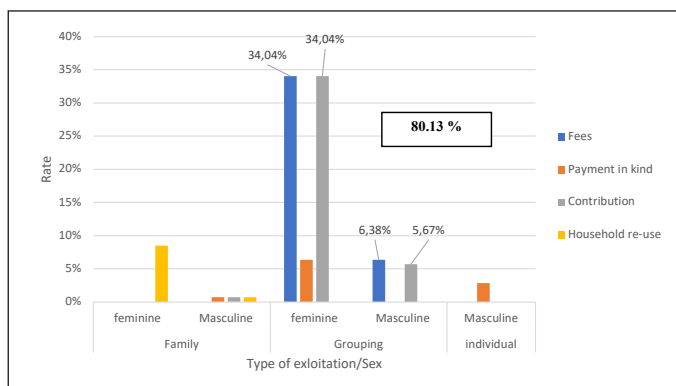
### *From production principles to market garden plot withdrawals in the Sourgou lowlands*

Market garden production in the lowlands of Sourgou-center is governed by production rules and principles.

### Variability of production rules and principles on market gardening sites in the lowlands of Sourgou-center

Farming a plot of land in the Sourgou lowlands requires certain modalities. The principles of exploitation in this study are different from the access modalities to the plot. They reflect the type of contract that binds the plot beneficiary to the landowner. The producer must comply with these clauses either during the development of the plot or after the harvest. Once granted, the plot must be cultivated according to the terms of the contract. The plot beneficiary is therefore obliged to fulfill the duties of land cultivation. The formalities for cultivating a market garden plot in Sourgou-center include: membership dues for the association or annual fee (i. e. 80.86 %), use of vegetables for family consumption (i. e. 9.22 %), and in-kind payment (i. e. 9.93 %). Although unwritten (Sanou et al, 2022, p. 205), these customary agreements are equivalent to terms of reference in large-scale irrigation. The rules for cultivating a plot vary from one site to another. Within market gardening production groups, the payment of membership dues for the association or the annual fee (i. e. 80.13 %) is the main condition for cultivating the plot (figure 5).

Figure 5. Distribution of market garden plot management formalities according to gender and type of farming in the Sourgou-center lowland



Source: field surveys, 2020.



The royalty or annual fee is a sum imposed on every operator in the group: hence its compulsory status. In the specific case of Sourgou's farmer-managed market garden sites, it is payable at the end of the dry season. It is used to fund the group's treasury. The amount fixed in all market gardens is capped at 1,000 FCFA per plot. These sums are collected and used for the group's needs, such as the purchase or repair of motor-driven pumps (i. e. 37.73 %), fencing (i. e. 17.85 %), the construction or rehabilitation of wells (i. e. 32.85 %). This operating principle is increasingly cited by women (i. e. 59.81 %) as compared to men (i. e. 10.28 %). This is justified by the tendency for market garden sites belonging to groups or associations to be exploited by women in the Sourgou-center lowlands. It also reflects women's difficulty in gaining access to individual market garden plots (Ouédraogo, 2019, p. 160). For Charlier et al. (2014, p. 50), this collective access to land by women is a fact common to the whole of West Africa. The payment of royalties is one of the production rules common to almost all market gardening or rice-growing perimeters in small and large-scale irrigation operated by a group of people (Gharbi & Elloumi, 2023, p. 7; Jourdain et al., 2011, p. 82; Ouédraogo, 2003, p. 29). In other cases, this fee is also paid in cash or in kind by plot tenants to landowners (Abou et al., 2018, p. 475). The amount to be paid may also vary from one site to another, or from one reservoir to another (Sanou, 2022, p. 525).

As for the family types, the operating principle imposed on growers generally consists in reusing vegetables directly for the family kitchen or using the income from sales for the family's needs (i. e. 20.25 %). This type of farming is more common among women, with a frequency of 18.69 %. These market gardeners are also the wives of the landowner or farm manager.

Payment in kind (mainly onions) at the end of the season is observed both in individual sites (2.49 %) and in group sites (5.61 %). In other words, speculative crops are paid in kind to the landowner or the landowner's family. This is a method of thanks and recognition in African societies. It can also be converted into cash.

Withdrawal of a plot from its beneficiary occurs in the event of non-compliance with management or operating principles.

#### Withdrawal clauses: precarious land tenure for market gardening in the lowlands of Sourgou-center

In the research area, withdrawal of a plot requires a violation of an exploitation principle. In addition to the withdrawal conditions applied to high rainfall lands, such as conflicts, adultery and/or fornication, and witchcraft, market garden plots in the lowlands of Sourgou-center have new rules developed as a result of the exploitation of group sites. On this subject, Z. R. and K. M., all landowner-grower managers in Sourgou said respectively that:

We withdraw the plot if the person doesn't respect the group's principles, like those who like conflict, because if there's a fight, we withdraw the plot. (Extract from interview with Z. R., 16/05/2020)

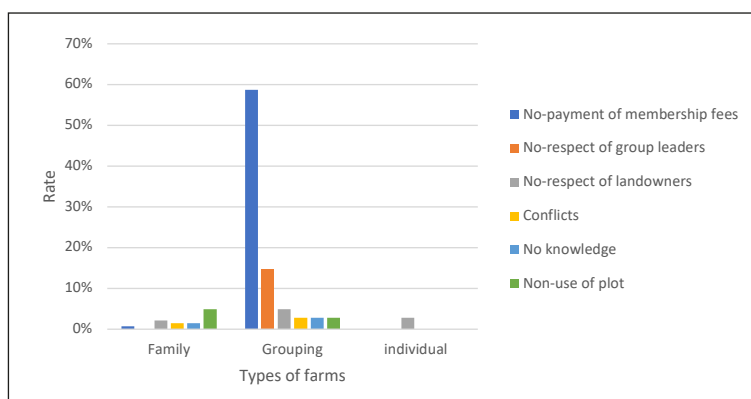
What can lead to the withdrawal of a plot here in the garden is non-payment of dues, brawlers, cases of theft, people who seek people's wives, cases of witchcraft. (Excerpt from interview with K. M., 23/06/2020).

These results corroborate the writings of IIMI (1996), Mathieu (n. d., p. 75) and Commons quoted by Maiga (2005, p. 85). According to these sources, in areas under cooperative management, social rules and values are transposed into the management of these sites.

As with farming formalities, cases of dispossession of a plot of land vary according to the type of farming.

Among market gardening groups in the Sourgou lowlands, non-payment of dues (at around 59 %) is the main reason for seizing an irrigated plot (figure 6).

Figure 6. Clauses governing seizure of a plot of land, by type of farm



Source: field surveys, 2020.

The mandatory nature of the membership fee provides a framework for market gardening activities, such as the rehabilitation of motor-driven pumps, market gardening wells and fencing. It serves as means of exerting pressure on the behavior of individuals to improve productivity and ensure proper maintenance of hydraulic structures (Legoupil et al., 1999, p. 241). Additionally, disrespect or rudeness by producers towards managers or leaders (i. e. 15 %) and landowners (i. e. 5 %) of the various market garden sites may be grounds for confiscation of the cultivation plot. Through their social status (husbands, elders) and responsibilities (landowners), they play a strategic role in land management and the operation of market garden sites in the study area. They position themselves as masters (Sanou et al., 2022, p. 205), key figures, or elders (Ouédraogo, 2004, p. 39) and wield irrevocable power (Droy, 1994, p. 6; Lavigne, 1992). Due to its ephemeral nature, given that human relationships are not only fragile but often tense, this principle places a significant proportion of producers, especially non-landowners, in a precarious situation regarding land tenure and plot development.

In addition to the reasons mentioned above, the occurrence of a conflict—particularly physical confrontations involving injuries or the use of edged weapons (knives, machetes, hoes) within the market garden exploitation sites in the lowlands of Sourgou-central— can be grounds for confiscating plots from the two conflicting parties. Conflicts are more prevalent within the exploitation sites of associations

(i. e. 3 %) as compared to family-owned sites (i. e. 1.40 %). This situation is explained by the divergence in the family background of the production actors in the associative market garden sites. The conflicts typically revolve around land and irrigation issues (watering plants). Despite the parcel boundaries set among beneficiaries, conflicts often arise among operators due to violations of these boundaries by one party. In addition to these types of conflicts, there are also conflicts over watering vegetables. These conflicts are attributed to the inadequacy of market garden wells and the depletion of water from these wells starting in February.

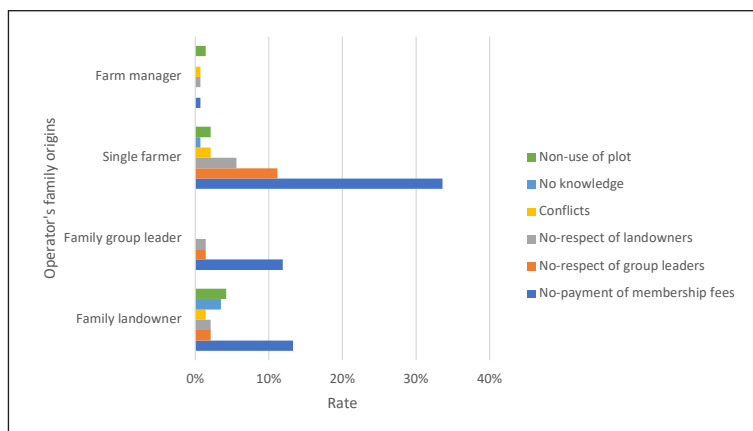
As for family-owned farms, any interruption in the cultivation of a plot results in the expropriation of the beneficiary (i. e. 5%). This restriction on the cultivation methods of the market garden lands in the lowlands of Sourgou-central is explained by the high demand for agricultural plots in the lowland area. The requirement for continuous exploitation of the plot without interruption, imposed on the producers under the threat of withdrawal of the plot from its beneficiary, is thus justified by the numerous economic stakes associated with the lowland areas, especially during the dry season for the farmers in the investigation site. It is indeed the general rule for the development of market garden plots in the lowlands of Sourgou. The right to develop highland areas (which also have very similar exploitation methods to lowland areas) in the Gouin region in the southwest of Burkina Faso also fades away with the cessation of cultivation of the granted plot (Nana, 2018, p. 12).

Frequently exploited by non-landowner and non-group-responsible operators, cases of confiscation of individual cultivation land are linked to the non-compliance with the donor or landowner at a rate of 3 %.

The procedures for seizing a plot also depend on the relationship or family ties that exist between the landowner and the producer. The chi-square independence test shows a very strong relationship between the withdrawal modalities of a plot and the family origin of the operator ( $p\text{-value} = 1.2743\text{E-}26 < 0.05$ ). Therefore, the reasons for confiscating a plot vary based on the social relations between the landowner and the producer. In addition to the requirement for continuous cultivation of the plot imposed on each beneficiary, figure 7 shows that the that disrespect for landowners and site managers is more frequently cited by simple farmers at respective rates of 5.59 % and 11.19 %, as reasons for dispossession of a market garden plot in the study area. Furthermore, individuals from a different family than that of the landowners and group managers increasingly express non-payment of annual fees (at a rate of 33.57 %) as a condition leading to the withdrawal of the plot in the research area. Thus, family ties strongly influence the decision to confiscate the market garden plot in the lowlands of Sourgou-central.

These results have also been proven by several other research studies (Karsenty, 2007, p. 150; Lavigne & Robin, 2019, p. 5; Ouédraogo, 2019, p. 169). According to the authors, producers in the lowland areas of Lofing and Houet in Burkina Faso also take advantage of the family fabric and social ties to access and exploit plots of land. However, in rural Côte d'Ivoire, the precariousness of land use among non-natives and non-landowners is often accentuated by land saturation (Lavigne & Durand-Lasserve, 2009, p. 81).

Figure 7. The conditions for withdrawing from a plot according to the producer's family origin



Source: field surveys, 2020.

Although they provide a framework for lowland production in the research area, these multiple rules and management principles expose farmers, especially landless farmers, to land tenure and plot development insecurity. In order to temporarily secure land tenure, the latter develop adaptation strategies.

#### *Adaptation strategies in the face of precarious land tenure for market gardening in the lowland of Sourgou-center*

Faced with the conditions for the withdrawal of cultivation plots, several land security strategies are developed by operators, particularly non-landowners in the lowlands of Sourgou-central. The implementation of these strategies by these actors is primarily driven by the status of land insecurity associated with cultivation plots. Although temporary, these strategies enable farmers to secure their plots for a certain period.

##### 1. Adherence to site management and exploitation principles:

The most widely adopted adaptation strategy is the adherence to the principles or rules of management of market garden lands, with a relative frequency of citation of 0.81 (table 3). As a reminder, these principles include the payment of fees and charges and the continuous cultivation of the plot. Additionally, Ouédraogo (2008, p. 39) notes that adherence to traditional land management rules is among the first strategies used by producers to minimize the risk of being dispossessed of their lands. According to GRET (1992), the objective of defining these rules is to maximize the security of producers, thereby encouraging production.

Table 3. Adaptation strategies and relative frequency of citation

Adaptation strategies	FC	FRC
Use of groups producers	99	0.69
Inter-perim migration	3	0.02
Compliance with operating conditions	117	0.81
Respect for landowners/managers	41	0.28
Complicity of stakeholders (indirect tenancy)	25	0.17

Source: field surveys, 2020.

CF: Citation frequency; FRC: Relative citation frequency

## 2. The use of irrigator groups or being a plot beneficiary in a group:

In addition to this, there is the option of being a member of a market gardeners' group. This adaptation strategy by producers has a relative frequency of citation of 0.69. Indeed, being a beneficiary of a plot within a group provides land security for the respondents. This result is in line with the findings of authors such as Lawali, Mormont & Yamba (2014, p. 9) and Bchir (2011, p. 96). The trust placed in groups by these user categories reflects a reduction in the risk of being dispossessed of the plot within these types of exploitations.

Also, according to Taleb (2014), cooperatives constitute a strategy adopted by market gardeners to enable sustainable land management. Moreover, table 4 shows that the individuals benefiting from plots within the association sites are the farmers who hope to have the greatest land security, i. e. a rate of 58.04 %. The use of plots on group sites is therefore a coping strategy for market gardeners in the Sourgou-center lowlands in the face of land withdrawals.

Table 4. Distribution of farm types according to perception of withdrawal from the producer's plot

Type of farm	Perception of withdrawal from the plot					
	Yes, afraid		No, afraid		Total	
	Number	Rate (%)	Number	Rate (%)	Number	Rate (%)
Family	2	1.40	13	9.09	14	10.49
Grouping	41	28.67	83	58.04	124	86.71
Individual	2	1.40	2	1.40	4	2.80
Total	45	31.47	98	68.53	143	100

Source: field surveys, 2020.

According to the surveys, this situation is justified by the formal nature of the association sites. These group vegetable farms in the study area are also managed by a small group of people consisting of landowners and temporary farmers (Sanou, 2021, p. 204).

3. Inter-perim market gardening migrations: This involves being a beneficiary of plots in multiple sites. This adaptation strategy also has a relative frequency of citation of 0.02. Ouédraogo (2008, p. 39) also notes the diversification of production sites as adaptation strategies used by market gardeners. The shortage of cultivable land in the lowlands of Sourgou-central explains the low citation of this adaptation strategy.

4. Respect for landowners and group leaders is also a coping strategy in the face of insecure land tenure and market gardening in the research area, with a relative frequency of 0.28. Influential individuals whose decisions are “almost like a law,” operators, especially those without land, also emphasize respect and consideration for these figures to temporarily secure land tenure.

5. The complicity of market gardeners in Sourgou-center in relation to plot abandonment (0.17): In some market gardening groups in the research zone, such as the Manitese group and the Nabonswendé group in Tamsin, there is an irregularity in the use of plots, and abandonment is still referred to in this study as strategic abandonment, as it is carried out with the possibility of return or securing. They are also temporary disposals. Indeed, after five (5) years of distribution of plots to the beneficiaries of the Manitese site, i. e. during 2016, table 5 shows that only 21.60 % of the respondents have carried out continuous development, without interruption and without recourse to indirect tenancy.

The excerpt from the interview below with Y. S., a market-gardener from the Sourgou-centre lowland, also shows the complicity that exists between plot beneficiaries in order to protect themselves from any withdrawal from the plot during the production season(s) in which they are absent.

I farmed the plot 2 years ago, otherwise it was K. I. my co-wife who worked here. (Interview with Y. S, market gardener, Sourgou, 10/05/2020)

Table 5. Number of years market garden plots have been in operation at the Manitese site

Name of site: Manitese	Number of years in operation											
	1		2		3		4		5		Total	
	E	T (%)	E	T (%)	E	T (%)	E	T (%)	E	T (%)	E	T (%)
	4	2.47	30	18.52	57	35.19	36	22.22	35	21.60	162	100

Source: field surveys, 2020.

The excerpt from the interview below shows that, without being a plot beneficiary during the redistribution, this respondent, as a temporary user, benefits from the indirect advantages of market garden plots within the market gardening groups of the Sourgou dam.

I've been cultivating the plots for two (02) years now... Every year, I go out to see if there are any empty plots, and I exploit them. Generally, I earn money for the women, and I pay the contribution for them. (Interview with K. D., market gardener, Sourgou, 21/05/2020)

Thus, without the plot remaining unexploited, the beneficiary of the plot entrusts or transfers his portion of land to another person to use during his absence. In all the market gardening groups of the Sourgou-center dam, prolonged non-use of the plot of land, generally between 2 and 3 years, without informing those responsible for the management of the site beforehand, could lead to the definitive dispossession of the plot. These are generally cases of travel, old age (loss of physical strength) or illness. These complications or land arrangements thus enable the first beneficiary of the plot to secure his land (Maiga, 2020, p. 56). According to Nouatin & Bachabi (2010, p. 9), these substitutes or new buyers are in reality "land guardians". For Adamczewski (2014, p. 62), peasant land tenure arrangements in irrigation zones are born out of the historical evolution of land tenure.

## CONCLUSION

In addition to its use during the rainy season, the Sourgou-center lowland is now known for its market gardening during the dry season. This market gardening activity has also been facilitated by the development of the Sourgou-center dam. Several producers of different origins now exploit this submerged area. This exploitation generates inequalities and discrimination between farmers. These can be summed up as spatial and environmental inequalities. The precariousness of land tenure and exploitation produced by the modalities and principles of land development in the Sourgou-center lowland has led to the adoption of several coping mechanisms and strategies, such as observance of the principles and rules of exploitation, respect for landowners and group leaders, exploitation of market gardening group plots, indirect feeds, and the diversity of market gardening plots on several farms.

The spatio-environmental inequalities in the market garden plots of the Sourgou-center lowland could be improved or reduced through a composition between production players and an increase in plot size on the various farms. This would not only help resolve conflicts and increase land tenure security (linked to plot size) but would also limit migration from one garden to another and contribute to improving the economic situation of producers.

## BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- Abou, M., Yabi, I., Yolou, I., & Ogouwale, E. (2018). Caractérisation des systèmes de production sur les sites d'aménagements hydro-agricoles dans le doublet Dangbo-Adjohoun au sud du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 12(1), 462-478. <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.36>
- Adamczewski, A. H. (2014). *Qui prendra ma terre ? L'Office du Niger, des investissements internationaux aux arrangements fonciers locaux* [PhD thesis]. Géographie et Aménagement du territoire, Université Montpellier Paul Valéry Montpellier III. [https://agritrop.cirad.fr/575174/1/document\\_575174.pdf](https://agritrop.cirad.fr/575174/1/document_575174.pdf)

- Adamczewski, A., Tonneau, J.-P., Coulibaly, Y., & Jamin, J.-Y. (2013). Concessions de terres et dynamiques sociales dans la zone office du Niger au Mali. *Études rurales*, 191, 37-62. 10.4000/etudesrurales.9762.
- Adamczewski, A., Jamin, J.-Y., & Tonneau, J.-P. (2011). Investisseurs versus paysans locaux: vers quelle agriculture irriguée au Mali ? L'exemple du secteur sucrier. *Transcontinentales*, 10(11). DOI: 10.4000/developpementdurable.9424.
- Bchir, M. A. (2011). Quel comportement coopératif chez les irrigants ? L'économie expérimentale à l'épreuve du terrain, Quels nouveaux défis pour les agricultures irriguées ? *Cah Agric*, 20(1-2), 92-96. DOI: 10.1684/agr.2011.0473, pdf. [http://horizon.documentation.ird.fr/exldoc/pleins\\_textes/divers16-07/010051774.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exldoc/pleins_textes/divers16-07/010051774.pdf), consulté le 05/10/2019.
- Charlier, S., Diop, F. S., & Lopez, G. (2014). Gouvernance foncière au prisme du genre : cas du Niger, du Sénégal et de la Bolivie. In Guétat-Bernard, H. (ed.). *Féminin-masculin, genre et agriculture familiale* (pp. 30-54). Quae. <https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/handle/20.500.12413/10125>
- Clément, C., Perrin, C., & Soulard, C.-T. (2019). Les arrangements pour l'accès au foncier agricole périurbain, *Développement durable et territoires*, 10(3), 22. <https://doi.org/10.4000/developpement-durable.15933>
- Coulibaly, M., Coulibaly, M., & Diomande, S. (2021). Analyse du mode d'accès, de conservation de l'eau et risques de maladies hydriques dans un quartier populaire : Cas de Kennedy Clouetcha dans la commune d'Abobo (Côte d'Ivoire), *Revue Canadienne de Géographie Tropicale*, 8(1), 63-69.
- Daré, W., Adamczewski, H. A., & Ba, A. (2023). Gouvernance foncière des grands périmètres irrigués au Sahel et justice sociale, *Cah. Agric*, 32(15). <https://doi.org/10.1051/cagri/2023009>.
- Di Roberto, H. (2019). Stratégies d'autonomisation des jeunes et accès au foncier : entre migration et attachement à la terre, quel rôle pour la famille ? Étude de cas dans les Hautes Terres à Madagascar. In Merlet, M., Levesque, R., Range, C., & Benkahla, A. (eds.). Structures agraires et accès des jeunes à la terre Gestion intrafamiliale du foncier et stratégies d'autonomisation des jeunes, *Regards sur le foncier*, (7), Paris, Contributions aux journées d'études de juillet 2018, 38-52, <https://agritrop.cirad.fr/594443/>.
- Droy, I. (1994). Madagascar, de la gestion Etatique à la gestion paysanne: le projet de réhabilitation des petits périmètres irrigués, CNRE-ORSTOM, série de petits rapports sur le transfert de gérance des périmètres irrigués. <https://www.researchgate.net/publication/32974706>.
- Fromageot, A., Parent, F., & Coppieters, Y. (2005). Femmes, cultures maraîchères et recours aux soins en Afrique de l'Ouest, *Sciences sociales et santé*, 23(4), 49-70. <https://doi.org/10.3406/sosan.2005.1665>
- GRET. (1992). *L'irrigation villageoise: gérer les petits périmètres irrigués au Sahel*.
- Gouba, A. K. (1995). *Gestion de périmètres maraîchers et stratégies de commercialisation des produits du maraîchage (tomate, oignon, chou, aubergine locale): Cas des petits périmètres maraîchers du Plan International-Sanmatenga (Province du Sanmatenga)* [Final dissertation]. Études d'Ingénieur du Développement Rural (Agronomie), Institut du Développement Rural.
- Gharbi, I. & Elloumi, M. (2023). L'agriculture irriguée en Tunisie : politiques hydrauliques et politiques de régulation foncière. In Venot, J.-P., Daoudi, A., Seck, S., & Hertzog Adamczewski, A. (eds.). *Le fon-*



- cier irrigué : enjeux et perspectives pour un développement durable / *Irrigated Land Tenure : Challenges and Opportunities for Sustainable Development*, *Cah. Agric*, 32(17). <https://doi.org/10.1051/cagri/2023010>.
- Gross, B. (2018). *Agroécologie du développement maraîcher au Burkina Faso : Réorganisations spatiales, transformations socioéconomiques et enjeux de développement* [PhD thesis]. Faculté des géosciences et de l'environnement, Université de Lausanne. [https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB\\_9CA57D870404.P002/REF.pdf](https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_9CA57D870404.P002/REF.pdf).
- IIMI. (1996). *Rapport final du Projet Management de l'Irrigation au Burkina Faso (PMI-BF) (Tome I : Appendice III)*. Rapport Sectoriel Socio-Economique.
- Jourdain, D., Rakotofiringa, A., Quang, D. D., Valony, M.-J., Vidal, R., & Jamin, Y. (2011). Gestion de l'irrigation dans les montagnes du Nord du Vietnam: vers une autonomie accrue des irrigants. *Cah Agric*, 20(1-2), 78-84.
- Kadiri, Z. & El Farah, F. Z. (2013). *L'agriculture et le rural au Maroc, entre inégalités territoriales et sociales*. Blog scientifique Farzyates/Inégalités du Centre Jacques Berques.
- Karsenty, A. (2007). Règles, stratégies et contrats dans la problématique du foncier : théorie et pratiques à travers quelques terrains au Maghreb, en Afrique noire et à Madagascar. In Eberhard, C. (dir.). *Enjeux fonciers et environnementaux. Dialogues afro-indiens* (pp. 129-155). Institut Français de Pondichéry.
- Konan, A. G. Épse Téni, & Aloko-N'guessan, J. (2019). Pression Foncière En Milieu Rural Ivoirien : Quelles Stratégies Adoptent Les Paysans Baoulé Réinstallés Dans La Forêt Des "Tos" À Bouaflé ? *European Scientific Journal*, 15(35), 167-189. <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n35p167>.
- Kra, K. V. (2018). Problématique Maraîchère Induite Par La Nouvelle Dynamique Foncière Autour Des Bas-Fonds Urbains À Bouaké (Côte D'ivoire). *European Scientific Journal*, 14(15), 217-233. <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n15p217>.
- Lavigne, D. P. (1992). Groupements villageois et processus de transition. *Cah. Sci. Hum*, 28(2), 327-343. [https://horizon.documentation.ird.fr/exldoc/pleins\\_extes/pleins\\_textes\\_4/sci\\_hum/35894.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exldoc/pleins_extes/pleins_textes_4/sci_hum/35894.pdf).
- Lavigne, D. P. & Durand-Lasserre, A. (2009). *Gouvernance foncière et sécurisation des droits dans les pays du Sud Livre blanc des acteurs français de la Coopération*. Comité technique Foncier et Développement.
- Lavigne, D. P. & Robin, J. (2019). Aménagement de bas-fonds, politique de l'aménageur et recompositions foncières. Le cas de Lofing au Burkina Faso. *Cahiers Agriculture*, 28(18). <https://doi.org/10.1051/cagri/2019018>.
- Lawali, S., Mormont, M., & Yamba, B. (2014). Gouvernance et stratégies locales de sécurisation foncière: étude de cas de la commune rurale de Tchadoua au Niger. *Vertigo*, 14(1), 16. <https://doi.org/10.4000/vertigo.14723>.
- Legoupil, J. C., Lidon, B., Wade, M., Poussin, J. C., Tangara, B., & Maiga, I. M. (1999). Le PSI: une recherche en accompagnement à la professionnalisation de la gestion paysanne des aménagements hydro-agricoles. In Legoupil, J. C., Dancette, C., Godon, P., Maïga, I. M., & Ndiaye, K. M. (eds.). *Pour un Développement Durable de l'Agriculture Irriguée dans la Zone Soudano-Sahélienne, Synthèse des Résultats du Pôle Régional de Recherche sur les Systèmes Irrigués (PSI/CORAF)* (pp. 233-255). Actes du Séminaire Dakar (Sénégal) du 30 novembre au 3 décembre 1999.

- Leo, F. & Garambois, N. (2017). Démarcation des terres indigènes et inégalités en zone de front pionnier au Nicaragua: le cas de Tasba Pri. *Cah. Agric.*, 26(35003). 10.1051/cagri/201701.
- Le Roy, X. (2006). Agriculture irriguée et inégalités sociales dans la vallée du fleuve Sénégal. In Richard-Ferroudji, A., Caron, P., Jamin, J.-Y., & Ruf, T. (eds.). *Coordinations hydrauliques et justices sociales, actes du séminaire*. Cirad, Colloques PCSI. <https://core.ac.uk/download/pdf/52632640.pdf>.
- Maïga, Y. (2020). *Problématique de la gestion durable paysanne des périmètres maraîchers de Sourgou dans la province du Boulkiemde (Burkina Faso): Cas du foncier et de l'environnement* [Master's degree dissertation]. Université Norbert ZONGO.
- Mathieu, P. (s. d.). *Usages de la loi et pratiques foncières dans les aménagements irrigués, Institut d'études du développement*. Université de Louvain, 72-81. [http://www.onmali.org/joomlaa/\\_GED/pdf/040072.pdf](http://www.onmali.org/joomlaa/_GED/pdf/040072.pdf).
- Maïga, I. M. (2005). *La gestion collective des systèmes irrigués : cas des aménagements hydro-agricoles rizicoles dans la vallée du fleuve Niger au Niger* [Final dissertation]. Université de Toulouse-le Mirail. [http://www.dialoguebarrages.net/fr/ressources-et-documents/doc\\_download/33-la-gestioncollective-des-systemes-irrigues-fleuve-niger-niger](http://www.dialoguebarrages.net/fr/ressources-et-documents/doc_download/33-la-gestioncollective-des-systemes-irrigues-fleuve-niger-niger).
- Nana, P. P. (2018). Du groupe à l'individu: dynamique de la gestion foncière en pays gouin (sud-ouest du Burkina Faso). *Belgeo*, 2. <http://journals.openedition.org/belgeo/2608010.4000/belgeo.26080>.
- Nouatin, G. & Bachabi, F. X. (2010). Urbanisation et viabilité de l'activité maraîchère: cas d'une ville à statut particulier au Bénin (Parakou). *Vertigo*, 10(2). <https://doi.org/10.4000/vertigo.10038.pdf>.
- Ouédraogo, A. (2008). *Les facteurs de vulnérabilité et stratégies d'adaptation aux risques des maraîchers urbains et périurbains dans les villes de Ouahigouya et de Koudougou* [Final dissertation]. Ingénieur du Développement Rural (Sociologie et Économie Rurale), Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Institut du Développement Rural. <http://www.beep.ird.fr/collect/upb/index/assoc/IDR-2008-OUE-FAC/IDR-2008-OUE-FAC.pdf>.
- Ouédraogo, F. (2019). *Analyse de la durabilité des exploitations maraîchères du Burkina Faso: essai d'une approche socio-écossystémique (cas de la Province du Houet)* [PhD thesis]. Université Catholique de Louvain UCL.
- Ouédraogo, S. (2003). *Évolution des transactions foncières dans le Ganzourgou: cas du périmètre irrigué de Mogtedo et de l'UD de RAPADAMA* [Master's degree dissertation]. Université Ouaga 1. <http://www.beep.ird.fr/collect/depgeo/index/assoc/OUESAY03/OUESAY03.pdf>.
- Ouédraogo, S. (2004). Le groupement des productrices maraîchères de Oula-Koulsin (Burkina Faso). *Cahiers du CRISES*, Collection 215 Études de cas d'entreprises d'économie sociale, (ES0402). <https://crises.uqam.ca/cahiers/es0402-le-groupement-des-productricesmaraicheres-de-Oula-Koulsin-Burkina-Faso/>.
- Ouassissou, R., Kuper, M., Dugué, P., El Amrani, M., Hammani, A., & Ameer, F. (2019). Rivalités et arrangements coopératifs pour l'accès à l'eau souterraine dans la plaine de Berrechid au Maroc. *Cah. Agric.*, 28(4). <https://doi.org/10.1051/cagri/2019006>.
- PCD Sourgou. (2015-2019). *Rapport final*.
- Sanou, K. (2008). *Communalisation et gestion intégrée des ressources en eau à l'échelle du bassin du Nayarlé* [Master's degree dissertation]. Université de Ouagadougou.

- Sanou, K. (2022). La dynamique socio-spatiale des relations autour de l'usage des petits barrages au Burkina Faso. *DJIBOUL*, 1(004), 516-533.
- Sanou, K., Maiga, Y., & Yanogo, I. P. (2022). Statuts informels et problématiques de gestions des jardins maraîchers de Sourgou dans le Boulkieumé au Burkina Faso. *Les cahiers de l'acaref*, Tome 3, 4(8), 195-216.
- Serpantié, G., Dorée, A., Fusillier, J.-L., Moity-Maizi, P., Lidon, B., Douanio, M., Sawadogo, A., Bossa, A. Y., & Houunkpè, J. (2019). Nouveaux risques dans les bas-fonds des terroirs soudaniens. Une étude de cas au Burkina Faso. *Cah. Agric.*, 28(19). <https://doi.org/10.1051/cagri/2019020>
- Taleb, M. (2014). *Du vert dans le désert urbain: enjeux fonciers des jardins maraîchers de Sebkhà à Nouakchott*. Centre Jacques-Berque, Rabat (Maroc), 287-303. <https://books.openedition.org/cjb/1317?lang=fr>, consulté le 24/06/2019.
- Tall, El H. O., Traoré, M., Gnoumou, Y., & Bloch, P. (2002). Etude : sur la problématique foncière dans les périmètres irrigués au Mali. *Working paper Land Tenure Center*, (50-F). <http://ageconsearch.umn.edu/record/12809/files/ltcwp50f.pdf>.
- Traoré, F. (2012). *Optimisation de l'utilisation des ressources en eau du bassin du Kou pour des usages agricoles* [PhD thesis]. Université de Liège.
- Tardio, J. & Pardo-De-Santayana, M. (2008). Cultural Importance Indices: A Comparative Analysis Based on the Useful Wild Plants of Southern Cantabria (Northern Spain). *Economic Botany*, 62(1), 2439. <https://doi.org/10.1007/s12231-007-9004-5>.
- Touoyem, F. M. (2022). Exclusion sociale et multiplication des litiges fonciers au Cameroun. *AJLP&GS*, 5(4), 800-817. <https://doi.org/10.48346/IMIST.PRSM/ajlp-gs.v5i4.32806>.
- Yaméogo, L. (2005). *Territorialisation hydraulique et développement local autour du lac de Bagré (Burkina Faso)* [PhD thesis]. Università Degli Studi Di Padova.
- Yaméogo, L., Yanogo, P. I., & Sanou, K. (2020). Dynamique spatiale et enjeux stratégiques de la riziculture au Burkina Faso. *L'Espace Politique*, (39). <http://journals.openedition.org/espacepolitique/7608>.
- Zoungrana, T. P. (1998). *Enclavement, et développement des cultures irriguées au Burkina Faso*. Collection "Pays enclavés" (9), Ed. CRET, 25-48. [https://www.persee.fr/doc/payen\\_0989-6007\\_1998\\_ant\\_9\\_1\\_926](https://www.persee.fr/doc/payen_0989-6007_1998_ant_9_1_926).

Cómo citar este artículo:

Maiga, Y. (2023). Market gardening exploitations in the lowland of Sourgou-center: between variability in farm-ing practices, land precarity, spatial-environmental inequalities, and producers' adaptation strategies. *Cuadernos de Geografía*, 111, 57-79. <https://doi.org/10.7203/CGUV.111.27137>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.



FAICEL TOUT<sup>a</sup>

## ASSESSING URBAN VULNERABILITY TO FLOOD RISK. A CASE STUDY IN BATNA CITY, IN NORTHEAST ALGERIA

### ABSTRACT

Based on a binary model that takes into account the physical characteristics of the watershed and the different social and economic characteristics of the Algerian city of Batna, we tried to clarify the vulnerable areas to flood risk. The study relied on geographic information systems and considered many factors that could affect the response of the watershed, namely height, slopes, permeability, proximity to major water courses, topographic wetness index, drainage density, normalized difference vegetation index, height above nearest drainage, population density, housing type, public equipment, and population. The research also considers a common area among four previous studies which was identified as a risk zone. The results indicate a high urban vulnerability in the city centre, near Al Maseel and Al-Hizam protection canals and wadi Al Gourzi. In contrast, the areas of medium vulnerability extend over large areas of the city. These results are related to the change in land use and illegal and legal expansion on non-urbanizable areas which are supposed to be subject to easement rights, and these results are mainly due to the physical properties of the watershed, as it provides suitable conditions for the emergence of runoff water, and the low-lying areas of it favor flooding, which can make it difficult to propose economic structural protection measures within the city, considered to be a drainage area for the watershed, and which will be a real obstacle for the authorities to get rid of the flooding problem in Batna.

KEYWORDS: flood; vulnerability; GIS; city; Batna.

---

a Institute of Urban Techniques Management, cities and health Laboratory. University of Constantine 3, The New City Ali Mendjeli.B.P. 'B' 72, 25000 Constantine Argelia. faicel@univ-constantine3.dz

Fecha de recepción: 12-03-2023. Fecha de aceptación: 14-12-2023.

## EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD URBANA AL RIESGO DE INUNDACIONES. ESTUDIO DE CASO DE LA CIUDAD DE BATNA, AL NORESTE DE ARGELIA

### RESUMEN

El presente trabajo se centra en clarificar las zonas vulnerables al riesgo de inundación en la ciudad argelina de Batna a partir de un modelo binario que tiene en cuenta las características físicas de la cuenca y los diferentes rasgos sociales y económicos. El estudio se basa en sistemas de información geográfica y contempla diversos factores que podrían afectar a la respuesta de la cuenca, como son la altura, las pendientes, la permeabilidad, la proximidad a los principales cursos de agua, el índice de humedad topográfica, la densidad de drenaje, el índice de vegetación de diferencia normalizada, la altura sobre el drenaje más cercano, la densidad demográfica, el tipo de vivienda, el equipamiento público y la población. Los resultados indican una alta vulnerabilidad urbana en el centro de la ciudad, cerca de los canales de protección de Al Maseel y Al-Hizam y del wadi de Al Gourzi. Por el contrario, las zonas de vulnerabilidad media se extienden por amplias zonas de la ciudad. Estos resultados están relacionados con el cambio de uso del suelo y la expansión ilegal y legal en zonas no urbanizables que se supone que están sujetas a derechos de usufructo, debido principalmente a las propiedades físicas de la cuenca, ya que proporciona condiciones adecuadas para la aparición de aguas de escorrentía, y sus zonas bajas favorecen las inundaciones, lo que puede dificultar la propuesta de medidas económicas de protección estructural en el área urbana, considerada una zona de drenaje de la cuenca, y que constituirá un verdadero obstáculo para que las autoridades se deshagan del problema de las inundaciones en Batna.

**PALABRAS CLAVE:** inundación; vulnerabilidad; SIG; ciudad; Batna.

### INTRODUCTION

Geographic information systems are considered effective tools for analyzing and assessing natural hazards and managing associated disasters (Abdulrazzak et al., 2019; Hammami et al., 2019), and they allow cities and their most important areas to prepare for scenarios that include different degrees of risk. In recent decades, their use has taken an upward trend in the study of floods, which are a major concern in many regions of the world (Al-zahrani et al., 2017), as an attempt to increase the resilience of cities and reduce their vulnerability, coinciding with the increase in extreme precipitation and the recurrence of this phenomenon in various cities worldwide (Shale et al., 2020).

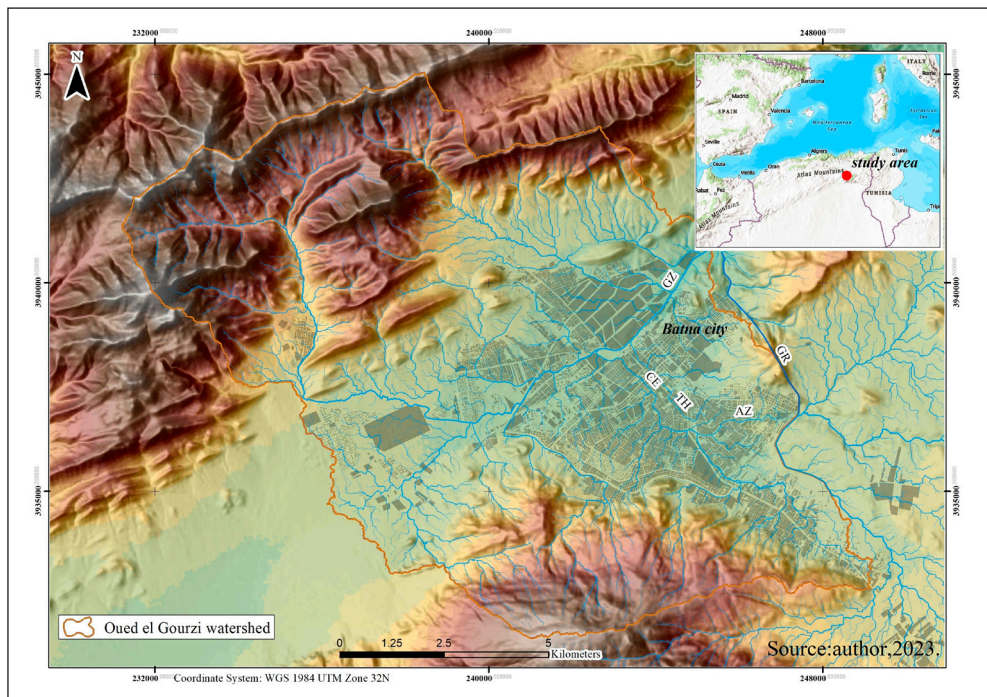
Batna in Algeria is one of the cities that has received much attention from researchers in this context (Bella, 2021; Guellouh, 2017; Harkat, 2021; Slimani, 2020), as it represents a model city for the study of flooding and is mainly related to its position within the watershed (figure 1). These studies have resulted in the identification of flood risk areas for different return periods, and they unambiguously express the poor position of the city of Batna and the need for more measures to protect the city.

Through this research, we try to highlight one of the measures that can be adopted to assess the areas of vulnerability, as well as the preparation of authorities and individuals to develop plans that contribute to reducing the damage that these floods can cause.

The establishment of vulnerability maps is one of the most important procedures and non-structural measures that are adopted to reduce the potential damage of floods (Fariza et al., 2020), and it helps to assess the readiness of areas to be protected against this risk according to selected criteria (Rincón et al., 2018), on the basis of which the vulnerability of each area to this hazard and the places presenting this vulnerability are determined (Ajjur & Mogheir, 2020).

Building a flood sensitivity model is complex and accurate (Towfiqul Islam et al., 2021), relies on a multi-criteria analysis, and must take into account many topographic, hydrologic, and other factors that are typically associated with the occurrence of flooding (Rincón et al., 2018). Thus, the importance of the results increases by adopting many qualitative criteria and setting acceptable values for the weights of these benchmarks (Ajjur & Mogheir, 2020).

Figure 1. Study area



Source: author (2023).



## METHODOLOGY

To build this model, we relied on many factors that we considered to be closely related to the phenomenon of flooding and which have been adopted in many studies of a similar nature (Cao et al., 2016; Costache, 2019; Danumah et al., 2016; Elsheikh et al., 2015; Fariza et al., 2020; Hallil & Redjem, 2022; Hammami et al., 2019; Slimani & Kalla, 2017; Tehrany et al., 2014). The study was carried out using the Weighted Overlay tool, one of the Arc toolbox mechanisms, which can be relied on greatly in decision-making in the determination process of appropriate sites for various purposes (Slimani & Kalla, 2017). The quality of the results of this tool is largely associated with the number of criteria used and their close relationship and real impact on the element studied (Rincón et al., 2018), which in our study represent these sensitive areas to flood risk. The outcomes can evolve depending on the weights assigned to each criterion, which express its importance (Rincón et al., 2018).

The study was carried out using the model in figure 2, and it is clearly divided into two categories: social and economic vulnerability factors, and a category that combines physical vulnerability features. The data entered are marked in blue.

In order to unify the cell values for all the criteria used in the model and to ensure its functionality, we have chosen the cell value of 30 meters for all of them, which is quite frequently the value relied upon in similar studies. This value can also be considered the highest available accuracy shared by the various free raw data.

Many studies (Cao et al., 2016; Costache, 2019; Danumah et al., 2016; Elsheikh et al., 2015; Hammami et al., 2019; Tehrany et al., 2014) refer to physical criteria that can be used to assess physical vulnerability. In addition, research works by Fariza et al., 2020; Hallil & Redjem, 2022 and Slimani & Kalla, 2017 indicate criteria that can serve to assess social as well as economic vulnerability.

*Criteria used in the model*

## Criteria related to the physics of the watershed

Previous research: The model takes into account the results of four previous studies (Bella, 2021; Guellouh, 2017; Harkat, 2021; Slimani, 2020), where we identified a common area between these which is exposed to high flows in an estimated return period of 100 years and was assigned the first place in the reclassification, while the remaining of the area was positioned in the second place.

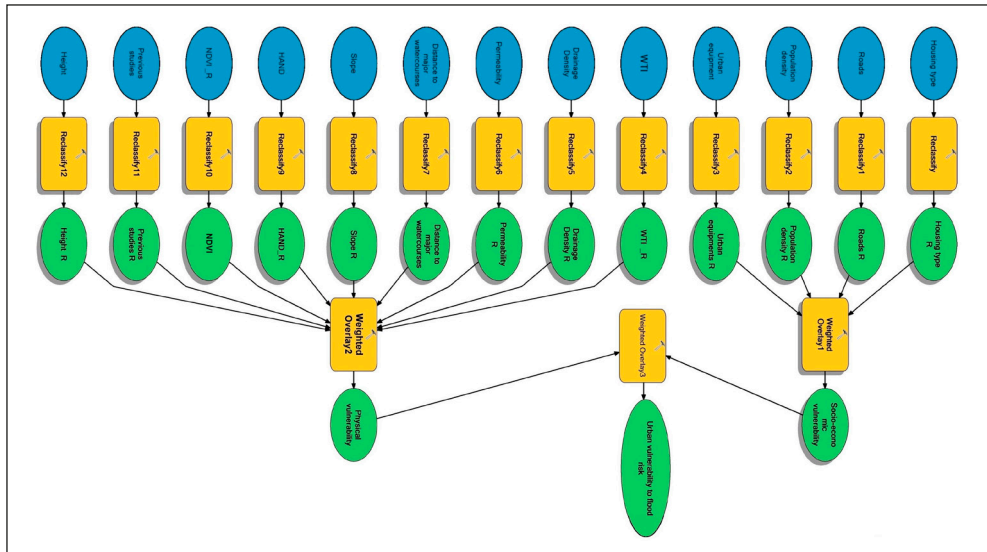
Drainage density: This is also an important element in prevention models (Ogden et al., 2011). Drainage density expresses the length of streams per unit area ( $\text{km}/\text{km}^2$ ) (Hammami et al., 2019). The annexed map shows sections with high drainage density, which are at a higher risk than others, as they represent an advanced network that can affect adjacent areas.

Permeability: This is a factor that greatly affects the basin's response to rainfall. The higher the permeability, the lower the possibility of surface runoff and flooding, and vice versa. In our study, it was determined according to the hydrogeological map issued by the National Agency for Water Resources, which takes into account both geological formations and soil quality. We have identified two categories:



one with low permeability that includes even the urban area, and another one with medium permeability, present in a small percentage.

Figure 2. The structure of the vulnerability model used



Source: author (2023).

**Slope:** It is also one of the factors affecting flood, as it has an impact on the speed of water (Abu Al-Majd et al., 2020) and the duration of runoff (Ajour and Mughir, 2020). The slope also helps to identify areas prone to flooding, since these are usually located in flat areas (Rincon et al., 2018), normally not exceeding 3 %, and therefore a decrease in the degree of slope is considered as an increase in risk.

The slope map in figure 3 shows the details of the categories used; the map was created with a digital elevation model with an accuracy of 5 meters.

Regarding the classes used in the reclassification, the first class is given to slope (0-1 %), but it is also assigned the second (2-3 %), the third (3-8 %), the fourth (8-12 %) and the fifth position (in more than 12 % of the cases).

**Height:** This is an influencing factor, and it is highly related to flooding (Hammami et al., 2019; Towfiqul Islam et al., 2021), as the low areas of the basin are flood-prone areas, especially near the drainage points, and the possibility of flooding decreases with the increase in height and near the watersheds' boundaries. The importance of using this factor increases with the range of height between the highest and lowest value in the watershed also going up; in our watershed it reaches 1000. Therefore, this factor is effective in building the model. Figure 3 shows the classes that have been adopted.

Distance to major watercourses: Areas near major rivers are frequently affected by flooding (Rincón et al., 2018), and we included this criterion by adopting the proximity of the important wadies in the watershed, which are wadi Al Gourzi (GZ), wadi Hamla, wadi Saqn, wadi Azzeb (AZ), and wadi Bouydan previously or wadi Tazoult. It also relied on the proximity of the 1 G protection channel, the Thalweg (TH), Hizam (CE) and the protection channels on the southern side of the city. We used the distance tool in the Arc toolbox, as seen in figure 3, showing the watercourses network that was considered and the classes that were adopted in the reclassification.

Regarding the classes used in the reclassification, the first one is given to distances less than 50 m, the second one to 50-100 m, the third class to 100-200 m, the fourth category to 200-500, and the fifth one to more than 500 m.

Topographic wetness index (TWI): TWI is an important index used to estimate the extent to which topography controls the hydrological process (Xiao et al., 2016). It can be considered as a critical factor in flood vulnerability study models. In our analysis, we relied on a method originating from Beven & Kirkby (1979) and it determined one of the most dangerous areas that represent the cells in which water can accumulate. The index takes into account the flow accumulation and the slope, and it also gives very reliable results in determining the immersion areas. The results of the use of the index are presented in figure 4.

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI): With an increase in vegetation cover comes an increase in rainfall interception rate and permeability, which in turn leads to a delay and decrease in the percentage of water that can participate in the formation of surface runoff. The index can be obtained by the following formula:  $NDVI = (Band\ 5 - Band\ 4) / (Band\ 5 + Band\ 4)$ , where Band 5 represents the infrared band and Band 4 represents the red band for Landsat8.

The natural breaks classification method was used to divide the vegetation into five categories, and the spatial distribution of these categories is shown in the map. In general, it can be said that the first type after reclassification represents the urban area, while the fifth one stands for the least risky category, which represents the forests of the Belzma National Park and part of the Ish Ali Mountain forests.

Height above nearest drainage: This criterion can be applied in various fields and disciplines (Nobre et al., 2011) to assess vulnerability effectively. It was developed using DEM and drainage network data (Rincon et al., 2018), and we utilized the method described by Dilts (2015) to identify flood-prone areas at different elevations near the drainage network.

### Socioeconomic criteria

Housing type: Individual housing is the dominant pattern in the city of Batna, and much of it represents illegal housing. The map in figure 4 shows that a lot of individual housing is located along the major watercourses; in contrast, collective housing is generally found far from the city centre, which has been identified in various studies as prone to flooding.

Population density: Population density can be considered as the most important element in the assessment of social vulnerability because its height is directly related to damage increase in case of disasters. The highest densities shown in figure 4 refer to the neighbourhoods of Bouaqaal, Al Shuhada

and Al Zamalah, while the second rank is found in the park Afforage, Bouzoran, the old centre of the city and the southern extensions. It is also clear that some of the major waterways, as identified in map (d) of figure 3, run through densely populated areas in the city. In general, it can be said that the density decreases whenever we go to the outskirts of Batna, which can be mainly linked to the services provided by the city centre.

Public equipment: This was reclassified into four categories. The first one includes strategic equipment, i. e., health equipment, security equipment and units in charge of intervention and civil protection. The second type includes educational institutions in general, while administrative and industrial equipment has been assigned the third rank. As for the rest of the commercial and service equipment, they have received rank 4 (figure 4).

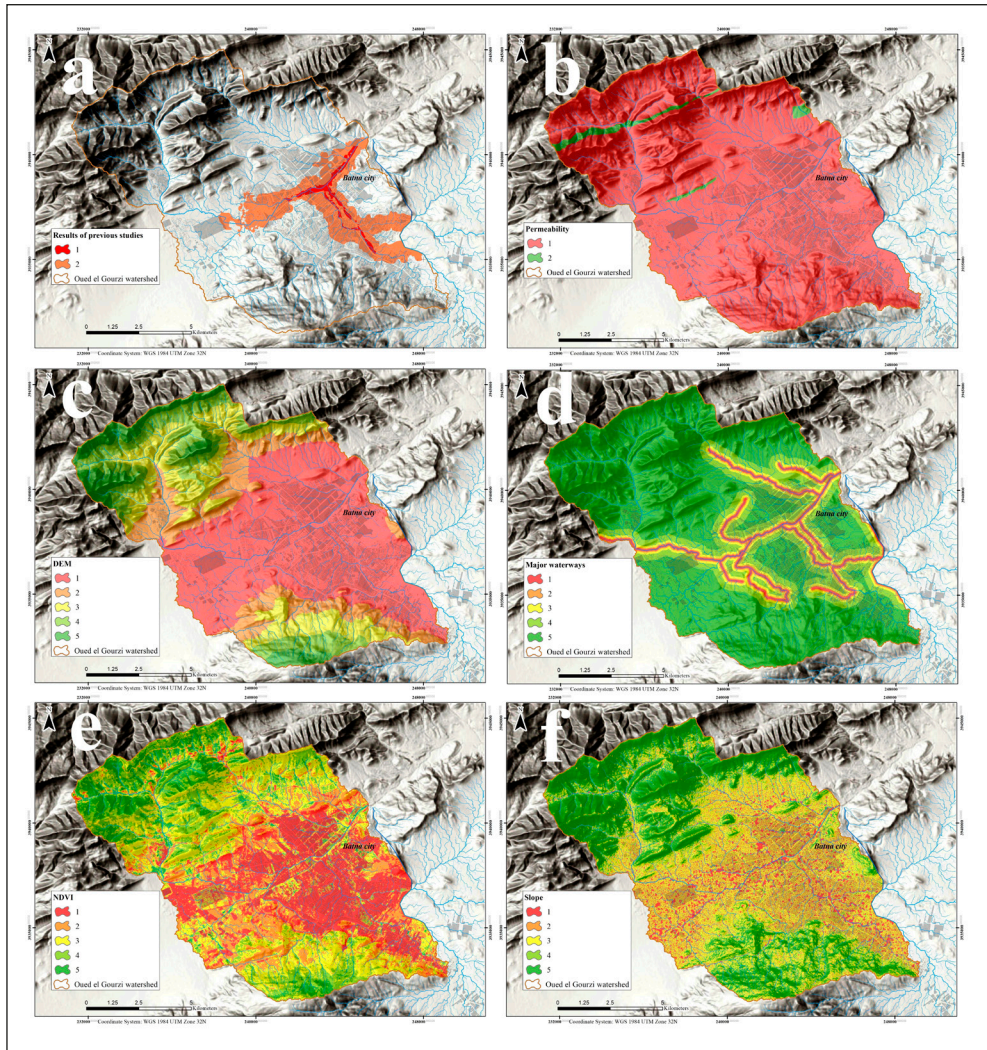
Roads: We have reclassified these roads according to three ranks, the first one including the main and primary roads; in general, these are the roads that are considered an extension of the national roads and those having heavy traffic in the urban area. The secondary roads have been given rank 2, while tertiary and residential roads were assigned rank 3 to reconcile the types of roads and increase the importance of those which are primary and residential (figure 4).

#### The weights of the criteria used in the model

The determination of these weights depends on knowing the actual impact of each criterion on fragility and its association with the onset of flooding, which cannot be determined accurately. In this study we relied upon close weights for all criteria, but more importance was given to factors giving more accurate results than others. Accordingly, we assigned the highest percentage to the topographic wetness index as well as to the proximity to major waterways for criteria related to watershed physics, as they better reflect the areas that are actually exposed to inundation problems.

The following weights have been selected for the criteria associated with watershed physics: permeability (11 %), WTI (14 %), slope (10 %), distance to major watercourses (13 %), drainage density (11 %), height above nearest drainage (11 %), NDVI (8 %), height (11 %), and results from previous studies (11 %). Regarding the importance of socio-economic criteria, the population density was given 30 %, public facilities 30 %, housing type 20 %, and roads another 20 %.

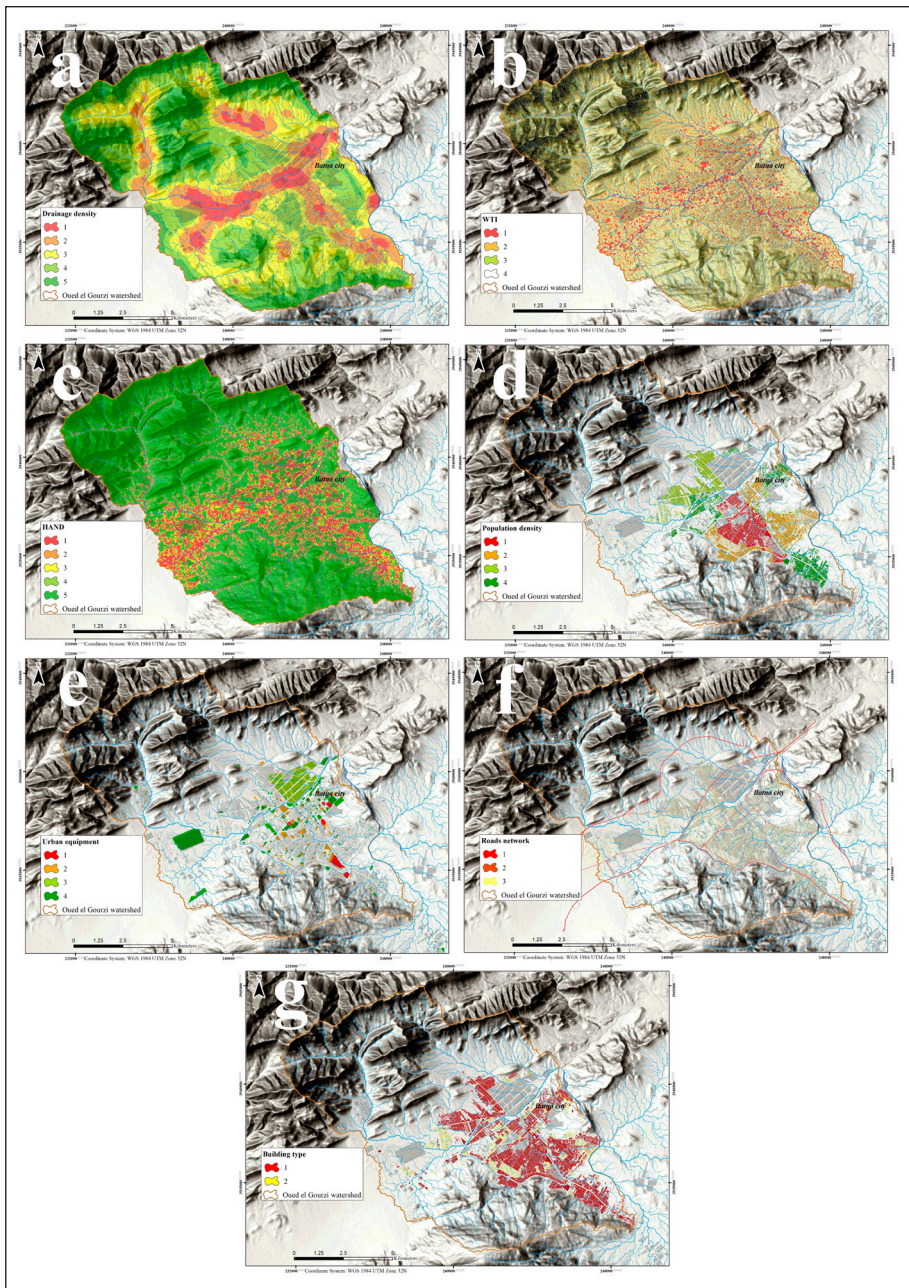
Figure 3. Criteria used in the model. (a) Previous studies, (b) permeability, (c) height, (d) distance to major watercourses, (e) NDVI, (f) slope



Source: author (2023).



Figure 4. Criteria used in the model: (a) Drainage density, (b) topographic wetness index or TWI, (c) height above nearest drainage or HAND, (d) population density, (e) public equipment, (f) roads, (g) housing type



Source: author (2023).

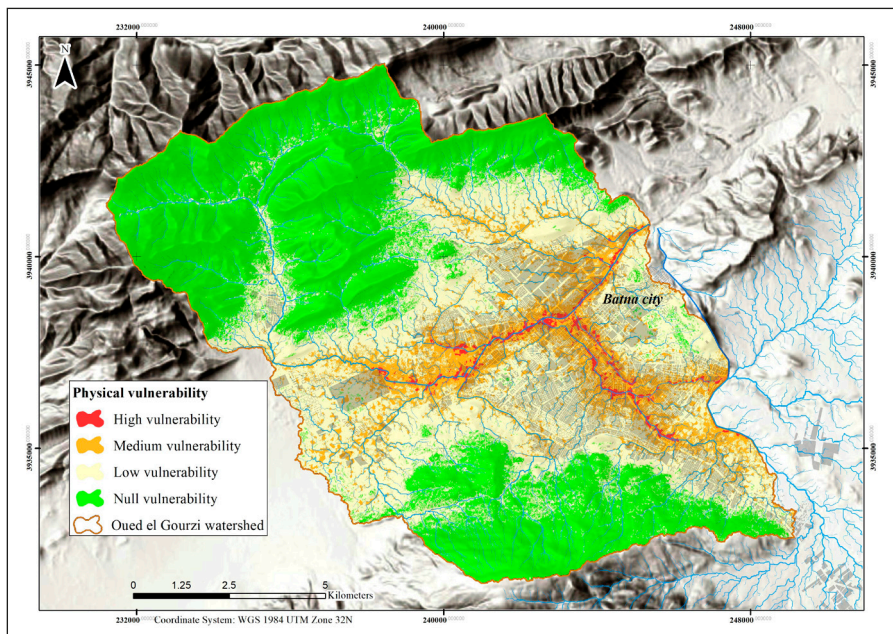
## RESULTS AND DISCUSSION

**Physical vulnerability:** The results of the physical vulnerability study give an acceptable and appropriate representation of the areas that are very sensitive to flood risk. This research took into account many elements, and areas of high vulnerability were determined after using these factors, which include the places adjacent to the old path of wadi Tazoult, the Al Maseel and Al Hizam protection canals, and the areas adjacent to wadi Al Gourzi, as well as the zone in which wadi Hamla meets wadi Al Gourzi; while the areas of medium vulnerability occupy a large section of the city.

These results synthesise the influence of geomorphological factors on the watershed and confirm the concept of “bowl city” (Naim Harkat, 2021). Despite the aspects of uncertainty raised by the quality and accuracy of the data, the absence of historical maps expressing the floods that have affected the region in the past, and the difficulty of taking into account all the structural changes that have occurred in the area and their effects on the watercourses, many of the areas identified by the map actually represent those that have been affected (Harkat et al., 2020) and are still affected by flooding to this day.

Reducing physical vulnerability to flood risk will be a fundamental requirement in the future, especially with climate change and its impact on the way rain falls. This will be a major challenge for authorities, as the city’s situation offers no easy options for protection. This is particularly true for the eastern side, which can be considered as the most dangerous area of the basin (Tout & Ghachi, 2023) and will make additional protection projects very costly.

Figure 5. Physical vulnerability



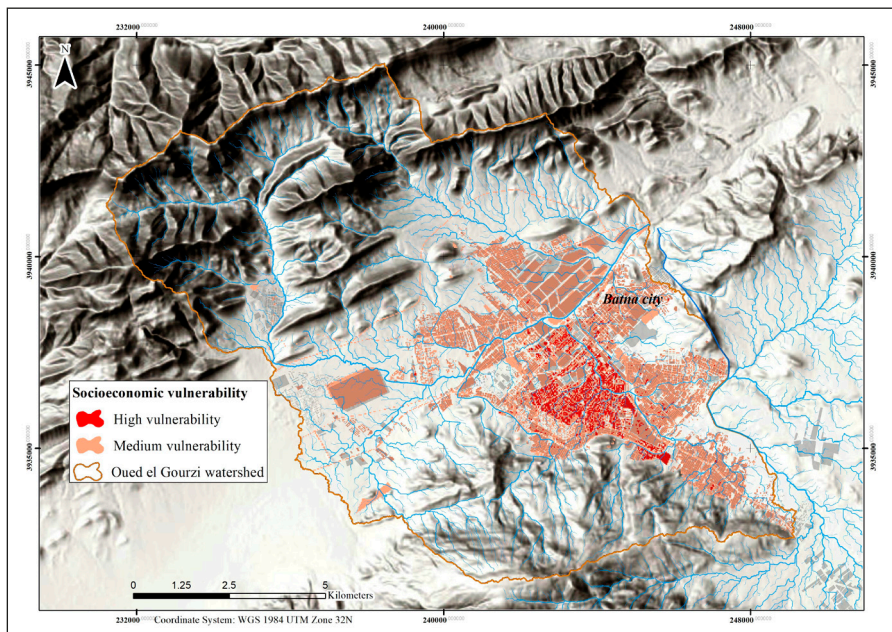


Socio-economic vulnerability: The map shows that the central area of the city, including the neighbourhood of Al-Zamala, Al-Shuhada and Bouaqaal, is the most vulnerable area due to converging criteria of vulnerability, such as the high population density, the spread of individual housing, the density of strategic facilities, and the passage of the most important roads. A large part of the city has also been classified in the second category of vulnerability.

These results show that there is no real awareness of the critical situation of the city in the basin, and no real interest in flood risk on the part of inhabitants, which is reflected by irresponsible building behaviour that has led to a significant increase in the level of fragility in areas with a high susceptibility to flooding. In addition, authorities have failed in the choice of safe zones when identifying certain sites for urban facilities, which makes the problem much more complex.

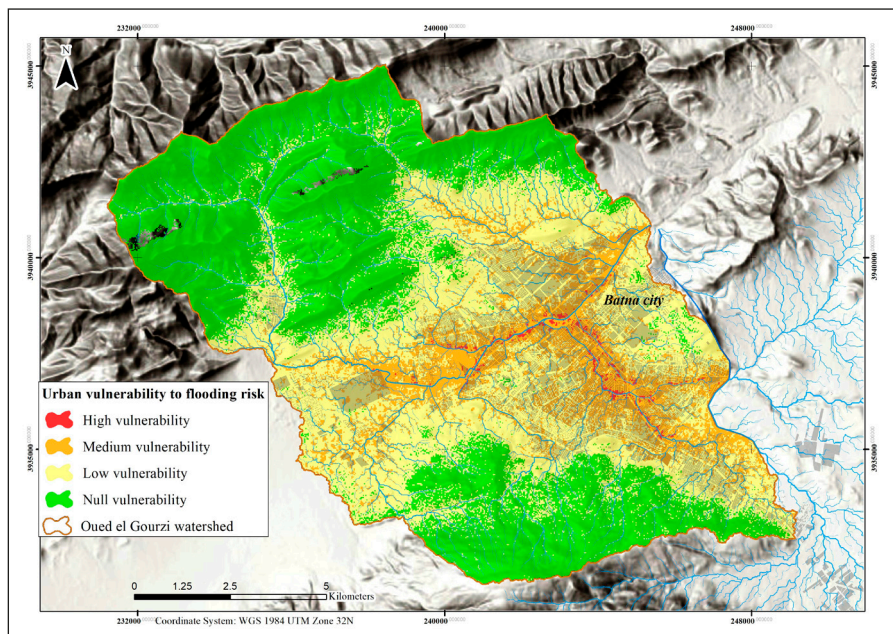
Reducing socio-economic vulnerability will undoubtedly require greater awareness so that residents support efforts to protect the city and use all available means to do so, as well as urgent measures concerning buildings and equipment located in dangerous areas, which also include security and health facilities responsible for responding to crises. It will be necessary to draw up construction plans that meet safety requirements in the face of these risks. Authorities should also focus on supporting existing laws, particularly those relating to planning and reconstruction, with materials that guarantee better protection of sites of social and economic importance against the risks of flooding and similar hazards, and thus endorse the law. The local government should also manage natural hazards through the necessary executive decrees and find solutions to the problems associated with coping with this type of risks.

Figure 6. Socio-economic vulnerability



Urban vulnerability to flood risk: Figure 4 shows the most vulnerable areas in relation to the city and takes into account the combination of physical, social and economic vulnerability factors, where the areas of great fragility are located near the protective canals Al maseel, Al Hizam and wadi Al Gourzi, as well as it is clear on the basis that a large part of the city is of moderate vulnerability. This map also reflects a bad behaviour in urbanization conducted by the population, as they build in illegal areas and follow the authorities, who turn a blind eye and provide with stability factors such as urban facilities and various networks with the lack of real assessment about the danger this entails, thus receiving a large number of people and strategic equipment responsible for either intervention or management. This would put the blame on the authorities in charge for not having taken the necessary measures to prevent these errors, which are likely to cause major disasters in the future.

Figure 7. Urban vulnerability



The study carried out by Slimani & Kalla (2017), which focused on the same area of study and used a similar methodology, states that the urban sector of Bouakal is the most fragile part of this city, and vulnerability extends throughout the urban area and even to the outskirts, while the middle area of the city, as well as the adjacent ones, are defined as non-fragile and have witnessed many floods in the past. This may be due to the type of criteria adopted, their importance or the quality of the data. In contrast, in our study, which relied on other criteria, we found that the middle zone of the city represents great vulnerability and is an area of great social, economic and administrative importance. It is also located in an area with a topography that favours the formation of floods and runoffs, and despite the structural



protection measures put in place by the authorities, it still suffers from significant floods to this day and is jeopardized by major floods that could be caused by the exceptional rainfall that characterizes the region, particularly with the poor state of the drainage network.

This study underlines the need to adopt geographic information systems as a means of decision-making support for the authorities, even if their use may come up against certain difficulties, particularly with regards to data supply. Moreover, some methodologies which are associated with exploiting these systems raise doubts about the results as in our study, particularly since it relies on expert opinions and judgments to assess the importance given to the criteria, but it is supposed to replace older methods of vulnerability assessment and flood risk management and increase the level of protection for cities (Souissi et al., 2019).

## CONCLUSION

In order to prepare cities to face flood risk, first it is necessary to assess their strengths and weaknesses and intervene accordingly to reduce these vulnerabilities. In this study, we used 13 criteria, including 9 which were related to the physical properties of the watershed, to determine the vulnerable areas of Batna; its results showing that the city's places of vulnerability occupy a large area, and the most susceptible to flooding are the ones along the two downtown protection canals Al Maseel and Al Hizam due to the combination of most physical, social and economic weaknesses. Furthermore, because of the city's location, this study aims to open up the discussion with authorities in order to draw more attention on flood risk and to prepare structural and non-structural measures to reduce the weaknesses of the city, as well as to stop the urbanization activity or to organize and adapt it according to the degrees of danger to which it is exposed.

## REFERENCES

- Abdulrazzak, M., Elfeki, A., Kamis, A., Kassab, M., Chaabani, A., & Noor, K. (2019). Flash flood risk assessment in urban arid environment: case study of Taibah and Islamic universities' campuses, Medina, Kingdom of Saudi Arabia. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 10(1), 780-796. <https://doi.org/10.1080/19475705.2018.1545705>
- Abu El-Magd, S. A., Amer, R. A., & Embaby, A. (2020). Multi-criteria decision-making for the analysis of flash floods: A case study of Awlad Toq-Sherq, Southeast Sohag, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 162, 103709. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2019.103709>
- Ajjur, S. B. & Mogheir, Y. K. (2020). Flood hazard mapping using a multi-criteria decision analysis and GIS (case study Gaza Governorate, Palestine). *Arabian Journal of Geosciences*, 13(2). <https://doi.org/10.1007/s12517-019-5024-6>
- Al-zahrani, M., Al-areeq, A., & Sharif, H. O. (2017). Estimating urban flooding potential near the outlet of an arid catchment in Saudi Arabia. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 08(02), 672-688. <https://doi.org/10.1080/19475705.2016.1255668>
- Bella, N. (2021). *Multi-hazard analysis in the Oued EL-GOURZI watershed and its tributaries (W of BATNA)* [Doctoral dissertation]. University of Batna2-Mostafa Ben Boulaid. [http://eprints.univ-batna2.dz/1942/1/Analyse Multi-Risques Dans Le Bassin Versant d'Oued EL-GOURZI.pdf](http://eprints.univ-batna2.dz/1942/1/Analyse%20Multi-Risques%20Dans%20Le%20Bassin%20Versant%20d'Oued%20EL-GOURZI.pdf)

- Beven, K. J. & Kirkby, M. J. (1979). A physically based, variable contributing area model of basin hydrology / Un modèle à base physique de zone d'appel variable de l'hydrologie du bassin versant. *Hydrological Sciences Bulletin*, 24, 43-69. <https://doi.org/10.1080/02626667909491834>
- Cao, C., Xu, P., Wang, Y., Chen, J., & Zheng, L. (2016). *Flash Flood Hazard Susceptibility Mapping Using Frequency Ratio and Statistical Index Methods in Coalmine Subsidence Areas*. <https://doi.org/10.3390/su8090948>
- Costache, R. (2019). Flood Susceptibility Assessment by Using Bivariate Statistics and Machine Learning Models - A Useful Tool for Flood Risk Management. *Water Resources Management*, 33(9), 3239-3256. <https://doi.org/10.1007/s11269-019-02301-z>
- Danumah, J. H., Odoi, S. N., Saley, B. M., Szarzynski, J., Thiel, M., Kwaku, A., Kouame, F. K., & Akpa, L. Y. (2016). Flood risk assessment and mapping in Abidjan district using multi-criteria analysis (AHP) model and geoinformation techniques (cote d'ivoire). *Geoenvironmental Disasters*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s40677-016-0044-y>
- Dilts, T. (2015). *Riparian Topography Tools for ArcGIS 10.1*. University of Nevada Reno. <http://www.arcgis.com/home/item.html?id=b13b3b40fa3c43d4a23a1a09c5fe96b9>
- Elsheikh, R. F. A., Ouerghi, S., & Elhag, A. R. (2015). Flood Risk Map Based on GIS, and Multi Criteria Techniques (Case Study Terengganu Malaysia). *Journal of Geographic Information System*, 07(04), 348-357. <https://doi.org/10.4236/jgis.2015.74027>
- Fariza, A., Basofi, A., Prasetyaningrum, I., & Ika Pratiwi, V. (2020). Urban Flood Risk Assessment in Sidoarjo, Indonesia, Using Fuzzy Multi-Criteria Decision Making. *Journal of Physics: Conference Series*, 1444(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1444/1/012027>
- Guellouh, S. (2017). *Impact of Batna Wadis coverage on flow dynamics and associated risks* [Doctoral dissertation]. University of Batna2-Mostafa Ben Boulaid. [http://eprints.univ-batna2.dz/1479/1/Thèse Guellouh Sami.pdf](http://eprints.univ-batna2.dz/1479/1/Thèse%20Guellouh%20Sami.pdf)
- Hallil, A. & Redjem, A. (2022). Assessment of Urban Vulnerability to Flooding Using Multi-Criteria Analysis The Case Study of El Bayadh City, Algeria. *Technology & Applied Science Research*, 12(2), 8467-8472. [www.etasr.com](http://www.etasr.com)
- Hammami, S., Zouhri, L., Souissi, D., Souei, A., Zghibi, A., Marzougui, A., & Dlala, M. (2019). Application of the GIS based multi-criteria decision analysis and analytical hierarchy process (AHP) in the flood susceptibility mapping (Tunisia). *Arabian Journal of Geosciences*, 12(21). <https://doi.org/10.1007/s12517-019-4754-9>
- Harkat, N. (2021). Urban vulnerability of Algerian Cities to flood Risk, case study Batna city [Doctoral dissertation]. University of Constantine3 -Salah Boubnider.
- Harkat, N., Chaouche, S., & Bencherif, M. (2020). Flood Hazard Spatialization Applied to The City of Batna: A Methodological Approach. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 10(3), 5748-5758. <https://doi.org/10.48084/etasr.3429>
- Nobre, A. D., Cuartas, L. A., Hodnett, M., Rennó, C. D., Rodrigues, G., Silveira, A., & Waterloo, M. (2011). Height Above the Nearest Drainage – a hydrologically relevant new terrain model. *Journal of Hydrology*, 404(1-2), 13-29. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.03.051>

- Ogden, F. L., Pradhan, N. R., Downer, C. W., & Zahner, J. A. (2011). Relative importance of impervious area, drainage density, width function, and subsurface storm drainage on flood runoff from an urbanized catchment, *Water Resources Research* 47, 1-12. <https://doi.org/10.1029/2011WR010550>
- Rincón, D., Khan, U. T., & Armenakis, C. (2018). Flood risk mapping using GIS and multi-criteria analysis: A greater Toronto area case study. *Geosciences (Switzerland)*, 8(8). <https://doi.org/10.3390/geosciences8080275>
- Shale, G., Bantider, A., Abebe, K., & Geneletti, D. (2020). Geographic information system (GIS)-Based multicriteria analysis of flooding hazard and risk in Ambo Town and its watershed, West Shoa zone, Oromia Regional State, Ethiopia. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 27(January), 100659. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2019.100659>
- Slimani, K. (2020). *Resilience as a concept and tool for risk and disaster management in the city of Batna. The case of a flood disaster* [Doctoral dissertation]. University of Batna2-Mostafa Ben Boulaid. <http://eprints.univ-batna2.dz/1954/1/these.pdf>
- Slimani, K. & Kalla, M. (2017). Estimation of the potential vulnerability to floods by “suitability modeling” method. Case of Batna city, northeast of Algeria. *Analele Universității Din Oradea, Seria Geografie*, 2, 164-174. [http://geografie-uoradea.ro/Reviste/Anale/Art/2017-2/3.AUOG\\_747\\_Kenza.pdf](http://geografie-uoradea.ro/Reviste/Anale/Art/2017-2/3.AUOG_747_Kenza.pdf)
- Souissi, D., Zouhri, L., Hammami, S., Msaddek, M. H., Zghibi, A., & Dlala, M. (2019). GIS-based MCDM - AHP modeling for flood susceptibility mapping of arid areas, southeastern Tunisia. *Geocarto International*, 35(9), 991-1017. <https://doi.org/10.1080/10106049.2019.1566405>
- Tehrany, M. S., Pradhan, B., & Jebur, M. N. (2014). Flood susceptibility mapping using a novel ensemble weights-of-evidence and support vector machine models in GIS. *Journal of Hydrology*, 512, 332-343. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.03.008>
- Tout, F. & Ghachi, A. (2023). A scenario of blockage of water tunnel that protects Batna city from flooding, Algeria. *Acta Geographica Silesiana*, 1(49). [https://ags.wnp.us.edu.pl/download/wydawnictwa/ags/tom\\_49\\_5.pdf](https://ags.wnp.us.edu.pl/download/wydawnictwa/ags/tom_49_5.pdf)
- Towfiqul Islam, A. R. M., Talukdar, S., Mahato, S., Kundu, S., Eibek, K. U., Pham, Q. B., Kuriqi, A., & Linh, N. T. T. (2021). Flood susceptibility modelling using advanced ensemble machine learning models. *Geoscience Frontiers*, 12(3). <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2020.09.006>
- Xiao, Y., Yi, S., & Tang, Z. (2016). GIS-based multi-criteria analysis method for flood risk assessment under urbanization. International Conference on Geoinformatics, 2016-September (41371368). <https://doi.org/10.1109/GEOINFORMATICS.2016.7578963>

Cómo citar este artículo:

Tout, F. (2023). Assessing urban vulnerability to flood risk. A case study in Batna city, in northeast Algeria. *Cuadernos de Geografía*, 111, 81-95. <https://doi.org/10.7203/CGUV.111.26271>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.



SHEILA ÁLVAREZ LÓPEZ<sup>a</sup>

RESEÑA

## GEOPOLÍTICA DEL ÁRTICO. LA AMENAZA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

**Autores/as:** Vicenç Fisas

**Título:** Geopolítica del Ártico. La amenaza del cambio climático

**Lugar de publicación:** Barcelona

**Editorial:** Icaria Editorial

**Año de publicación:** 2018

**Número de páginas:** 128

Los efectos del cambio climático están en el punto de mira de la comunidad internacional, introduciéndose poco a poco en el debate político actual. Es cierto que existe un gran consenso entre los expertos sobre la verdadera existencia del cambio climático, pero no deja de ser una cuestión que ha planteado numerosas controversias desde su creciente relevancia a finales del siglo xx hasta nuestros días. Como consecuencia de ello, ha sido analizado desde distintas perspectivas: científica, económica o social; y en este contexto se sitúa este libro, que apuesta por un punto de vista geopolítico a través del estudio del Ártico, “[...] que es nada menos que el regulador natural de la temperatura de nuestro planeta” (Fisas, 2018, p. 25).

Su autor es conocido internacionalmente como un experto en materia de educación para la paz, resolución de conflictos armados, relaciones internacionales, seguridad, derechos humanos y democracia. Entre sus obras más destacadas se encuentran *Políticas públicas de paz y seguridad: Una aproximación teórica y práctica*, *La construcción de la paz en Colombia: Retos y oportunidades* o *Educación para la ciudadanía global*. Aunque pueda parecer que *Geopolítica del Ártico* es difícil de encajar en la obra de este autor, la realidad es que está directamente relacionado con sus preocupaciones. La región del Ártico no ha sido escenario de

---

a Universitat de València. Av. de Blasco Ibáñez, 28, 46010 València. salo9@alumni.uv.es

Fecha de recepción: 13-06-2023. Fecha de aceptación: 18-11-2023.

conflictos armados en las últimas décadas, pero sí es objeto de tensiones políticas y económicas debido a la disputa por el control de los recursos naturales y las rutas de navegación. De hecho, Fisas escribe sobre una posible militarización de la zona, que se enmarca en su preocupación por la seguridad internacional y la necesidad de promover la cooperación y el diálogo entre actores internacionales para resolver –y en el mejor de los casos prevenir– los conflictos que puedan surgir respecto a esta región.

El calentamiento global, y sus devastadoras consecuencias, no solo cuestiona la democracia actual y la levedad de las relaciones internacionales, sino que interpela a la inconsciencia del ser humano y su desconocimiento del cambio de paradigma que se necesita (Fisas, 2018, p. 119).

En general, la obra de Vicenç Fisas destaca por su rigurosidad teórica y por su enfoque práctico. En este libro explica de manera clara y precisa la relevancia del Ártico para la regulación de la temperatura del planeta, así como la situación que encontramos en la región, y los posibles resultados que no tomar las medidas pertinentes pueden tener. Todo ello proporcionando datos estadísticos, gráficos y ejemplos suficientes para respaldar sus afirmaciones. Estos datos tampoco dificultan su lectura, pues se exponen de manera didáctica, comprensible y amena. Así, este es el aspecto que cabe destacar, en cuanto a su técnica, ya que se trata de una obra valiosa tanto para aquellos interesados en iniciarse en el conocimiento de la región ártica, como para quienes traten de profundizar en la complejidad de su geopolítica.

Este libro sintetiza, de manera breve, los elementos más destacados de la agresión que sufre el Ártico y las consecuencias que ello comporta partiendo de una visión holística de la problemática. “En los ecosistemas, todo está interconectado y todo interactúa” (Fisas, 2018, p. 17).

Su estructura consta de diez capítulos. El primer capítulo explica la centralidad de la dimensión medioambiental y cómo lo que ocurre en una región tiene repercusiones en otras latitudes de la tierra, aportando informes y datos científicos. Por ejemplo, el rápido calentamiento y deshielo del Ártico contribuye en última instancia a la pérdida de playas y cultivos, a la inundación de ciudades costeras, así como a la desaparición de pequeños países del Pacífico, o al retorno de enfermedades olvidadas. Refiriéndose al caso concreto del Ártico, recorre algunos conceptos más técnicos pero igualmente básicos para entender la cuestión: el permafrost –que se refiere a los hielos permanentes en la superficie terrestre, cuya desaparición libera cantidades ingentes de gas metano, lo que contribuye al efecto invernadero, así como mercurio, que podría incorporarse a las cadenas alimentarias–, la *jet stream* –o “corriente en chorro”, que ve cambiada su temperatura y con ello su dirección y velocidad, con lo que provoca fenómenos naturales de mayor extremidad–, el albedo –que se refiere a la radiación solar reflejada por la superficie terrestre–, o la amplificación ártica –es decir, que el calentamiento global y el cambio climático tiene un impacto dos veces mayor en el Ártico que en el resto del mundo–.

En el segundo capítulo, expone los intereses y mercados que las tres nuevas rutas circumpolares surgidas a partir del deshielo del Ártico –la Ruta del Norte, que bordea la costa rusa, la Ruta del Noroeste, desde Alaska a Canadá, y la Ruta Central, desde el estrecho de Bering hasta Islandia– abren para los principales países de la región, así como para países no colindantes, como China. Pondera los nuevos beneficios y riesgos de estas rutas, que acortan la distancia del Pacífico al Atlántico, o que crean nuevas opciones de turismo de transatlánticos que pretenden ofrecer paisajes paradisíacos. Para luego, en el

tercer capítulo, centrarse en su lucha por los recursos naturales del Ártico –oro, platino, diamantes, petróleo, gas natural, paladio, cobalto, níquel, etc.–, aportando datos estadísticos y advirtiendo de que una mayor explotación de estos productos incrementará la temperatura de la Tierra.

A raíz de este potencial económico, en el cuarto capítulo el autor se plantea la posibilidad de su militarización, analizando los gastos y las importaciones militares de los países árticos: Canadá, Dinamarca, Estados Unidos, Noruega y Rusia. Con el deshielo se intensifican las reclamaciones territoriales, así como la desconfianza y tensiones entre Rusia y el resto de los países árticos.

Del quinto capítulo en adelante, se centra en explicar las reclamaciones territoriales, relaciones e intereses de los países antes mencionados, así como de los organismos del Ártico, la Unión Europea y otras organizaciones que trabajan para este. Distintas organizaciones de la sociedad civil han presentado iniciativas reclamando para el Ártico la condición de zona protegida con el objetivo de prohibir las prospecciones de yacimientos y el transporte marítimo.

Como se puede ver, se trata la totalidad del asunto de manera detallada, y podemos destacar algunas ideas transversales a toda la obra que también se incluyen en la reflexión final del autor.

La prioridad de la creación de una conciencia sobre la protección del Ártico, que no es más que una víctima del cambio climático, ante el que se exige una pronta actuación ante un posible efecto invernadero irreversible. Los científicos alertan de que el límite de dos grados de calentamiento respecto al nivel preindustrial marcado por los Acuerdos de París podrían no ser suficientes para evitar que la Tierra se convirtiera en un lugar inhabitable.

El sentimiento de frustración de la comunidad científica comprometida con la cuestión, así como del movimiento ecologista, ante la pasividad e inacción tanto de individuos como de élites políticas y, en concreto, de sectores empresariales.

Dados los intereses económicos, hábitos de consumo y políticas industriales tan arraigadas, se señala la necesidad de una unión de fuerzas y un cambio de paradigma; de la creación de una amplia y compleja red de complicidades sociales, a la vez que la acción osada de liderazgos políticos situando el cambio climático como una prioridad en la agenda política.

Solo hay espacio para un cambio radical de mentalidad y para desmontar con rapidez un sistema económico obsoleto y destructivo, y construir así uno de nuevo que pueda parar en seco el mal ya realizado, y, si es posible, revertir a mejor todo lo que sea factible (Fisas, 2018, p. 119).

Fisas identifica cuatro posicionamientos respecto al tema. Los primeros son los que, sin ser causantes del problema, no hacen nada, ya que esperan sacar beneficios del deshielo del Ártico y, por lo tanto, son copartícipes. Los segundos, sin embargo, de manera consciente y deliberada, hacen lo posible para destruir el ecosistema en función de sus intereses económicos y militares. El tercer grupo adopta una forma pasiva, ya que no tiene intereses y no se siente interpelado. Por último, frente a estas actitudes se encuentra el último grupo, que, consciente de lo que puede significar este proceso, adopta una postura crítica y constructiva.

A lo largo de todo el libro pretende crear conciencia sobre esta problemática, para que, de alguna manera, cada vez sean más los que pertenecen al último grupo. La cooperación internacional para la

gestión, seguridad y desarrollo sostenible de recursos en el seno del Consejo del Ártico es evidente. Aun así, se avanza con rapidez hacia una situación de inconsciencia o incluso conformismo ante los efectos del cambio climático en pro de los intereses geoestratégicos.

En definitiva, podemos decir que el objetivo principal de este libro pasa por razones de concienciación. Constituye una llamada a la comunidad internacional para realizar acciones concretas que puedan frenar los efectos que se mencionan en esta reseña, y que, de no ponerse en práctica inmediatamente, tendrían consecuencias irreversibles.

Cómo citar este artículo:

Álvarez López, S. (2023). Geopolítica del Ártico. La amenaza del cambio climático. *Cuadernos de Geografía*, 111, 97-100.

<https://doi.org/10.7203/CGUV.111.26844>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.